

不同营养源对稻虱缨小蜂寿命及寄生能力的影响*

郑许松 俞晓平** 吕仲贤 陈建明 徐红星

(浙江省农业科学院植物保护研究所, 杭州 310021)

【摘要】 研究了蜂蜜、玉米花粉、大豆花、褐飞虱蜜露和黄脊飞虱蜜露对稻虱缨小蜂寿命、寄生能力以及寄生行为对稻虱缨小蜂寿命和存活率的影响。结果表明, 蜂蜜、玉米花粉、褐飞虱蜜露和大豆花均能明显延长稻虱缨小蜂的寿命, 并且显著地提高了对褐飞虱卵的寄生能力, 其中蜂蜜最有效, 大豆花次之。玉米花粉和褐飞虱蜜露这两种营养源以玉米花粉(水和褐飞虱蜜露+水的形式)对提高稻虱缨小蜂寿命最有效, 而单一玉米花粉、花粉液、褐飞虱蜜露稀释液和纯褐飞虱蜜露均不能延长稻虱缨小蜂寿命。黄脊飞虱蜜露对稻虱缨小蜂的寿命和寄生能力均无影响。寄生行为对稻虱缨小蜂的寿命基本无影响, 但致使其40~48h内的存活率提高, 此后的存活率降低较快。在稻田周围的作物和植被上调查到约10种飞虱。非稻田生境能为稻田寄生性天敌提供寄主和食物, 是理想的庇护所, 对保护和提高稻田天敌种群数量, 提高稻田天敌的生物控制作用。

关键词 营养源 稻虱缨小蜂 寿命 寄生能力 存活率

文章编号 1001-9332(2003)10-1751-05 **中图分类号** Q958.1 **文献标识码** A

Effects of different nutritional resources on the longevity and parasitic ability of egg parasitoid *Anagrus nilaparvatae*. ZHENG Xusong, YU Xiaoping, LU Zhongxian, CHEN Jianming, XU Hongxing (*Institute of Plant Protection, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China*). -*Chin. J. Appl. Ecol.*, 2003, 14(10): 1751~1755.

This paper dealt with the effects of honey, corn pollen, soybean flower, and honeydews excreted by *Nilaparvatae lugens* and *Toya* spp. on the longevity and parasitic ability of *A. nilaparvatae*. The results showed that the longevity of *A. nilaparvatae* was obviously extended, and its egg production on *N. lugens* was significantly increased when fed with those nutrient-rich diets except the honeydew excreted by *Toya* spp. Corn pollen and the honeydew excreted by *N. lugens* worked only in the forms of pollen (water and honeydew) water. The longevity of *N. lugens* was not affected by its parasitic behaviors, but its survival rate was higher within 40~48 hours, and then decreased rapidly. About ten species of plant hopper, the host of *Anagrus* spp., were found in non-rice habitats, which provided shelter and afforded foods to the parasitoids of rice pests, and contributed to protecting the natural enemies and enhancing the biological control in the rice system.

Key words Nutritional resource, *Anagrus nilaparvatae*, Longevity, Parasitic ability, Survival rate.

1 引言

稻飞虱(褐飞虱 *Nilaparvata lugens*)和白背飞虱(*Sogatella furcifera*)是亚洲稻区为害最严重的水稻害虫之一。大多数产稻国家均有因稻飞虱危害或传播病毒而引起大面积倒伏的记载^[1,5]。稻田天敌的保护利用一直被认为是防治稻飞虱的有效措施。缨小蜂(*Anagrus* spp.)是稻飞虱卵期寄生性天敌的优势类群,对稻飞虱的自然控制作用较为显著^[10,11]。然而,稻田是一种不稳定的生境,栽种、收割和农药的使用等农作措施,使得缨小蜂被大量杀伤,或被迫迁出以寻求合适的寄主和栖息地。罗肖南等^[11]、俞晓平等^[14]调查发现非稻田生境禾本科杂草上的飞虱是缨小蜂的过渡寄主,稻虱缨小蜂

(*Anagrus nilaparvatae*)作为稻田中缨小蜂的优势种群,在禾本科杂草中的寄主范围相当广泛,可在田边禾本科杂草及各种飞虱卵中正常繁衍生息,即使稻田飞虱种群变动的情况下,亦能保持较高的种群数量。据估计有75%的捕食性和寄生性天敌可以取食植物的组织或产物,花粉、花蜜、蜜露和植物汁液都可以成为它们的食物^[12]。研究表明,用植物花粉饲养小花蝽、伪钝绥螨(*Euseius tulorensis*)等捕食性天敌,能提高其存活率、成虫寿命和生殖力^[15,16,2]。许多寄生蜂成虫也有取食植物花粉的习性^[7,8]。为了进一步探明非稻田生境对缨小蜂的保护机制,我

* 浙江省青年人才专项基金(RCZX97-8)、瑞典国际科学基金(AC/13328, C13318-1)和国际水稻研究所综合防治协作网资助项目。

** 通讯联系人。

2002-01-06 收稿, 2002-05-04 接受。

们以稻虱缨小蜂为研究对象,研究了有关稻田生态系统中营养源与缨小蜂的关系。

2 材料与方法

2.1 供试材料

水稻品种 TN1 作为供试植株,每 15 d 播种 1 次,以 30~45 d 株龄的植株供试验用。稻虱缨小蜂以含褐飞虱卵的 TN1 钵苗置于稻田中诱集寄生蜂,收集羽化出来的寄生蜂,经鉴定分离后获得稻虱缨小蜂。在实验室饲养一代后羽化的各代稻虱缨小蜂供试验用。中国水稻所提供褐飞虱越冬虫源,以 TN1 稻苗饲养一代后供试验用。褐飞虱蜜露用 Parafilm 制成蜜露袋,套在水稻茎基部,每袋接褐飞虱雌成虫若干头,收集蜜露供试。黄脊飞虱及其蜜露黄脊飞虱由稻田边稗草上采回,以稗草苗饲养,用 Parafilm 袋收集黄脊飞虱蜜露。玉米花粉春玉米开花时采集,品种为“超甜 2 号”。

2.2 试验方法

2.2.1 花粉处理 设单一玉米花粉、玉米花粉+水、玉米花粉液(1:1)和蒸馏水(对照)4 个处理。收集初羽雌蜂接入有盖的指形管(110 mm×30 mm)中,每管接虫 5 头,重复 20 次。在 Parafilm(10 mm×8 mm)上添加营养源,然后置于试管中,液体营养源每次滴加 0.02 ml,固体营养源与液体营养源大致同等体积。在 26.0±1 °C 的光照培养箱(12D:12L)中饲养,每隔 12 h 更换营养,每 2 h 观察 1 次并记录试虫的存活数。

2.2.2 褐飞虱蜜露处理 设纯褐飞虱蜜露、褐飞虱蜜露+水、褐飞虱蜜露液 1:1、褐飞虱蜜露液 1:10、蒸馏水(对照)4 个处理,每处理重复 20 次,其他方法同上。

2.2.3 营养源处理 营养源分别为 10% 蜂蜜水、大豆花、玉米花粉+水、褐飞虱蜜露+水、黄脊飞虱蜜露+水和蒸馏水。每种营养源为 1 个处理,并设空白对照。每管接初羽雌蜂 5 头,每处理试虫 100 头,在 26.0±1 °C 的光照培养箱中(12D:12L)饲养,每 12 h 更换营养,每 2 h 观察并记录稻虱缨小蜂的存活数。

2.2.4 稻虱缨小蜂寄生能力测定 将稻苗剥去老叶,接入褐飞虱雌成虫产卵 2 d,把含卵稻株(卵量 50~100 粒)放入聚乙烯笼(高 40 cm,直径 8 cm),接入初羽稻虱缨小蜂雌雄各 1 头,同时加入营养物质。营养源设 10% 蜂蜜水、大豆花、玉米花粉+水、褐飞虱蜜露+水、黄脊飞虱蜜露+水,以蒸馏水作为对照,每 d 添加营养 1 次。将聚乙烯笼置于水深约 2 cm 的水槽中,每处理重复 40 次,4 d 后镜检褐飞虱卵寄生率。试验采用漫射光照,12D:12L,温度控制在 27±2 °C。

2.2.5 稻虱缨小蜂存活率测定 指形管中置含褐飞虱卵块的数段叶鞘,使每管含卵 100~200 粒;以指形管放置不含褐飞虱卵的水稻叶鞘为对照,其它试验条件相同;每管接初羽雌蜂 5 头,每处理试虫 100 头;营养源分别为 10% 蜂蜜水、玉米花粉+水、褐飞虱蜜露+水、黄脊飞虱蜜露+水和大豆花,以蒸馏水为对照,在 26.0±1 °C 的光照培养箱中(12D:12L)饲养。试验过程中观察记录稻虱缨小蜂的行为,检查褐飞虱

的寄生情况。

2.2.6 非稻田飞虱种类的调查 水稻生长期,在杭州市郊区稻田边调查不同种类禾本科杂草上的飞虱种类,将采集到的飞虱以 70% 的酒精保存,在双筒解剖镜下鉴定种类。

3 结果与分析

3.1 玉米花粉对稻虱缨小蜂寿命的影响

取食玉米花粉+水的稻虱缨小蜂寿命最长,与其它处理的差异均达显著水平。单一玉米花粉和玉米花粉液(1:1)处理的稻虱缨小蜂平均寿命短于蒸馏水处理,对稻虱缨小蜂寿命无延长作用(表 1)。

表 1 不同处理的玉米花粉对稻虱缨小蜂寿命的影响

Table 1 Effect of corn pollen with various treatments on the longevity of *A. nilaparvatae*

营养源 Food resource	平均寿命 Mean longevity(d)	差异显著性 DMRT
玉米花粉+水 Corn pollen + water	1.91±0.21	a
蒸馏水(对照)Distilled water(CK)	1.41±0.26	b
单一玉米花粉 Corn pollen	1.21±0.18	b
玉米花粉液(1:1)Solution of corn pollen(1:1)	1.18±0.13	b

平均值后有相同字母者表示在 5% 水平上差异不显著 Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level DMRT. 下同 The same below.

3.2 褐飞虱蜜露对稻虱缨小蜂寿命的影响

结果表明,褐飞虱蜜露+水处理的稻虱缨小蜂平均寿命最长,平均寿命达 1.73 d,较蒸馏水处理延长 0.29 d。取食两种褐飞虱蜜露稀释液(1:1 和 1:10)的稻虱缨小蜂平均寿命与蒸馏水处理相近。以取食纯褐飞虱蜜露的试虫寿命最短,平均寿命仅为 1.08 d,比蒸馏水处理都要短 0.3 d 以上(表 2)。

表 2 不同处理的褐飞虱蜜露对稻虱缨小蜂寿命的影响

Table 2 Effect of *N. lugens* honeydew with various treatments on the longevity of *A. nilaparvatae*

营养源 Food resource	平均寿命 Mean longevity(d)	差异显著性 DMRT
褐飞虱蜜露+水 <i>N. lugens</i> honeydew + water	1.73±0.12	a
蒸馏水 Distilled water(CK)	1.44±0.23	ab
1:1 褐飞虱蜜露稀释液 <i>N. lugens</i> honeydew solution(honeydew; water = 1:1)	1.39±0.23	bc
1:10 褐飞虱蜜露稀释液 <i>N. lugens</i> honeydew solution(honeydew; water = 1:10)	1.38±0.09	bc
纯褐飞虱蜜露 Pure <i>N. lugens</i> honeydew	1.08±0.11	d

3.3 各种营养源对稻虱缨小蜂寿命的影响

10% 蜂蜜饲喂的稻虱缨小蜂接近 3 d, 寿命最长,其次为大豆花处理,寿命为 2.18 d。表明这两种营养物质对延长稻虱缨小蜂寿命的作用最明显。褐飞虱蜜露+水和玉米花粉+水处理也具有较明显的营养作用,其寿命分别达到 1.91 d 和 1.73 d 分别比蒸馏水处理长 0.49 和 0.31 d。以黄脊飞虱蜜露为食的稻虱缨小蜂寿命远较其它营养处理短,与蒸馏水处理相近(表 3)。

表 3 不同营养源对稻虱缨小蜂寿命的影响

Table 3 Effect of various food on the longevity of *A. nilaparvatae*

营养源 Food resource	平均寿命 Mean longevity(d)	差异显著性 DMRT
10% 蜂蜜 10% honey	2.98 ± 0.44	a
大豆花 Soybean flower	2.18 ± 0.39	ab
玉米花粉 + 水 Corn pollen + water	1.91 ± 0.21	bc
褐飞虱蜜露 + 水 <i>N. lugens</i> honeydew + water	1.73 ± 0.12	cd
黄脊飞虱蜜露 + 水 <i>Toya</i> spp. honeydew + water	1.43 ± 0.15	e
蒸馏水 Distilled water	1.42 ± 0.18	e
空白对照 CK	1.01 ± 0.14	f

3.4 不同营养源对稻虱缨小蜂寄生能力的影响

取食 10% 蜂蜜、大豆花、褐飞虱蜜露 + 水和玉米花粉 + 水的稻虱缨小蜂对褐飞虱卵的寄生数均是对照的 2 倍以上, 这些营养物质都显著地提高了稻虱缨小蜂对褐飞虱卵的寄生能力(表 4). 黄脊飞虱蜜露 + 水处理结果和对照接近, 表明来自杂草黄脊飞虱的蜜露对提高稻田中稻虱缨小蜂寄生能力没有明显的促进作用.

表 4 不同营养源对稻虱缨小蜂寄生能力影响

Table 4 Effect of various food on the parasitic ability of *A. nilaparvatae* to *N. lugens*

营养源 Food resource	平均寄生卵数(粒) Mean of eggs parasitised	差异显著性 DMRT
10% 蜂蜜 10% honey	19.87 ± 6.01	a
大豆花 Soybean flower	18.11 ± 8.22	a
褐飞虱蜜露 + 水 <i>N. lugens</i> honeydew + water	19.78 ± 4.20	a
玉米花粉 + 水 Corn pollen + water	18.17 ± 3.59	a
黄脊飞虱蜜露 + 水 <i>Toya</i> spp. honeydew + water	9.13 ± 7.14	b
蒸馏水对照 Distilled water(CK)	7.44 ± 6.25	b

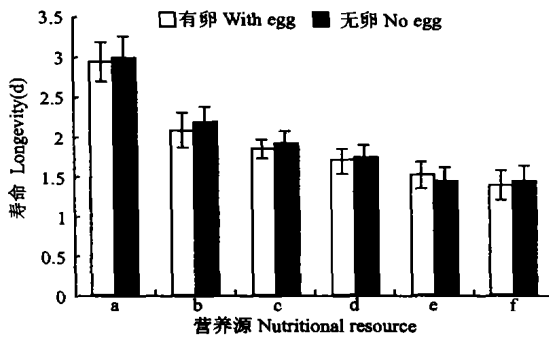


图 1 各种营养源处理的稻虱缨小蜂在有寄主卵或无寄主卵两种情况下的平均寿命

Fig.1 Mean longevity of *A. nilaparvatae* fed by various food with or without their parasitic behaviors.

a) 10% 蜂蜜 Honey, b) 大豆花 Soybean flower, c) 玉米花粉 + 水 Corn pollen + water, d) 褐飞虱蜜露 + 水 *N. lugens* honeydew, e) 黄脊飞虱蜜露 + 水 *Toya* spp. honeydew + water, f) 蒸馏水 Distilled water. 下同 The same below.

3.5 寄生行为对稻虱缨小蜂存活率的影响

在试验过程中我们观察到, 无论在携有或不携有稻飞虱卵的水稻叶鞘上, 稻虱缨小蜂均有寄生行为发生. 在无寄主卵的情况下, 稻虱缨小蜂的寄生行为仅表现为在叶鞘上的爬行; 在有寄主卵时, 稻虱缨小蜂的活动则包括爬行、对寄主卵的搜索、产卵管的穿刺和产卵等一系列的动作和过程(经观察大部分

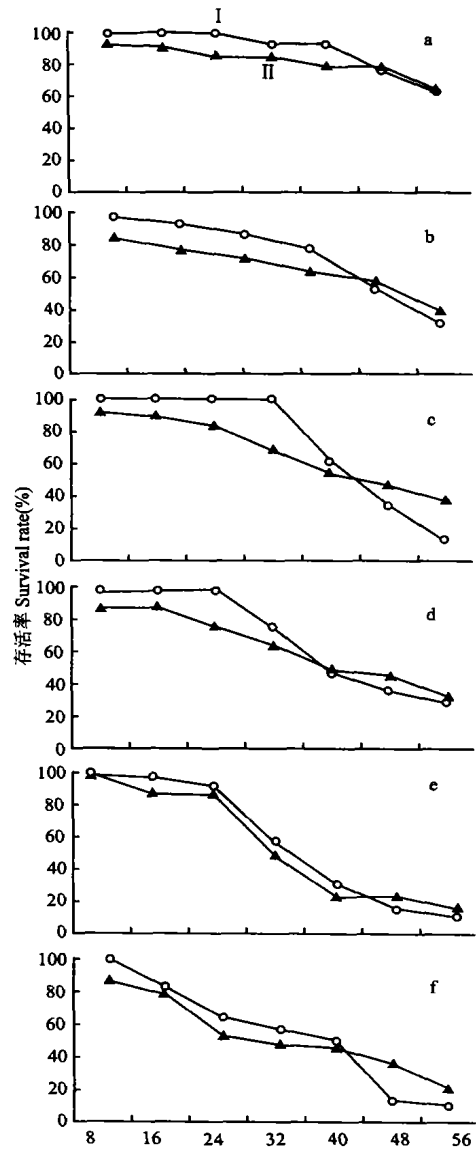


图 2 有寄主卵或无寄主卵存在情况下不同营养源稻虱缨小蜂存活率比较

Fig.2 Comparison of the survival rate to *A. nilaparvatae* fed by various food with or without their parasitic behaviors.

I. 有卵 With egg, II. 无卵 No egg.

褐飞虱卵被寄生), 行为的激动程度和活动量均远远超过对照, 取食的次数和频率也高于对照. 结果表明, 取食各种营养源的稻虱缨小蜂在两种情况下寿命相近(图 1), 但存活率却有明显的差异, 且表现得较为一致: 在 40~48 h 之内, 有卵处理存活率均高于对照, 而此后死亡速度加快, 存活率急剧下降, 反而低于对照.

3.6 稻田生境禾本科杂草上飞虱种类的调查

禾本科作物茭白 (*Zizania caduciflora*) 及稗草 (*Echinochloa crusgalli*)、游草 (*Leersia hexandra*)、铺地黍 (*Panicum repens*)、狗牙根 (*Cynodon dacty-*

lon)、双穗雀稗(*Paspalum distichum*)、马唐(*Digitaria spp.*)和千金子(*Leptochloa chinensis*)等禾本科杂草上调查到多种飞虱,包括长绿飞虱(*Saccharosydne procerus*)、灰飞虱(*Laodelphax striatella*)、黑边黄脊飞虱(*Toya propingna*)、白背飞虱、黑面黄脊飞虱(*Toya Tuberculosa*)、灰飞虱、稗飞虱(*Sogatella panicicola*)、拟褐飞虱(*Nilaparvata bakeri*)、白条飞虱(*Terthron albovittata*)和黑颊飞虱(*Delphacodes graminicola*)等.其中茭白上飞虱数量较多,在水稻生长期每丛茭白上的长绿飞虱可高达数十头,最高时可达数百头.另外,在茭白上还发现少量的灰飞虱.游草上亦有较高的拟褐飞虱的种群数量.在杂草中稗草上的飞虱种类最多,可采集到5种.黑边黄脊飞虱在多种禾本科杂草上均能采集到,在非稻田生境中分布广泛.

4 讨 论

研究表明,蜂蜜、玉米花粉、大豆花和褐飞虱蜜露均能有效地延长稻虱缨小蜂的寿命,并提高其对褐飞虱卵的寄生能力.自然生态系统中,植物花和昆虫蜜露较为普遍,是寄生蜂易于获取的食物来源,许多寄生蜂成虫的食物来源完全依靠蜜腺、花粉和蜜露. Godfray 等^[3]报道寄生蜂经取食棉花蜜腺后,寿命增长,对寄主的寄生率大大提高.在香雪球(*Lobularia maritima*)上取食的茧蜂(*Cotesia marginiventris*)和姬蜂(*Diadegma insulare*)寿命比对照延长5~13倍^[6].本文结果则表明,稻田生态系统中的植物花和昆虫蜜露等食物来源对稻田寄生蜂同样起着重要的作用.

Facgri 等^[2]和 Kevan 等^[7]认为,绝大多数昆虫是经过养分的渗透间接取食花粉的,吕仲贤等^[9]曾报道,玉米花粉液能明显延长螟长距茧蜂(*Macrocentrus linears*)的成虫寿命.本文则表明,饲喂玉米花粉液不能延长稻虱缨小蜂的寿命,而新鲜的玉米花粉与水分开饲喂时,则明显延长缨小蜂的寿命.与玉米花粉相似,稻虱缨小蜂取食纯褐飞虱蜜露及其稀释液时的寿命与蒸馏水相近,在提供纯褐飞虱蜜露时同时添加水,稻虱缨小蜂的寿命则得到显著延长,可见水对寄生蜂的取食和生存起着非常重要的作用.在早晨空气湿度较大时,植物的叶尖和叶缘有吐水现象,即所谓的露水,可能是自然生态系统中昆

虫所需水分的重要来源^[13].同时也表明,褐飞虱分泌的蜜露是稻虱缨小蜂的一种重要的食物源.缨小蜂在稻田中通过取食蜜露可以获得充足的营养补充,而不必离开稻田迁移到附近生境中去获取食物.这有利于提高稻虱缨小蜂在稻田中对稻飞虱的寄生效率及其自身的增殖效率,增强对稻飞虱的控制作用.杂草上的黄脊飞虱分泌的蜜露既不能延长稻虱缨小蜂的寿命,也不能提高其寄生能力.这可能与稻虱缨小蜂对寄主的适应性有关.俞晓平等^[15]发现,缨小蜂对新寄主需要1~2代的适应期.稻虱缨小蜂对新寄主的蜜露可能也有一个适应的过程.试验也表明,稻虱缨小蜂的寄生行为并不影响寿命,但在充足食物的条件下,稻虱缨小蜂在羽化后的1~2d内存活率和生命活力得以明显提高.有证据表明,寄生蜂在缺乏食物的情况下,产卵能力和寿命均受到严重抑制,甚至会吸食自己的卵,以获得生存^[4].

缨小蜂在飞虱科不同种类间可转换寄主^[15].调查发现,稻田周围生境中的飞虱种类约达10种.在稻田生境被破坏时,稻田中的缨小蜂可以在非稻田生境中得到庇护,非稻田生境中多种禾本科杂草及作物上的飞虱是其转换寄主,供其寄生以保存和繁衍后代,同时稻田边其他作物如玉米、蔬菜、大豆等(尤其是花期较长的大豆),杂草中花期较长的莎草类、阔叶类杂草等能为稻虱缨小蜂提供充足的食物,延长其寿命,提高其寄生和繁殖能力.稻田田埂点种大豆和田边保留适量杂草,能有效地保护和提高稻田寄生性天敌,提高对稻田害虫的生防效益.

参考文献

- 1 Dyck VA, Thomas B. 1979. The brown planthopper problem. In: Brown Planthopper: Threat to Rice Production in Asia. Philippines: IRRRI, Los Banos. 1~17
- 2 Facgri K, Van de pij L. 1979. The Principles of Pollination Ecology (3rd ed). Pergmon Press Ltd.
- 3 Godfray HCJ, Hassell MP. 1997. Hosts and parasitoids in space. *Nature*, 386: 660~661
- 4 Grégoire JC, Liebhold FM. 1997. Proceedings: Integrating Cultural Tactics into the Management of Bark Beetle and Reforestation Pests. USDA Forest Service General Technical Report NE-236. 15~22
- 5 Heong KL, Aquino GB, et al. 1992. Population dynamics of plant and leafhoppers and their natural enemies in the rice ecosystems in the Philippines. *Crop Prot*, 11(4): 371~379
- 6 Johanowicz DL, Mitchell ER. 2000. Effects of sweet alyssum flowers on the longevity of the parasitoid wasps *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) and *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Florida Ent*, 83(1): 41~47
- 7 Kevan PG, Baker HG. 1983. Insects as flower visitors and pollina-

- tors. *Ann Rev Ent*, 28:407~453
- 8 Leius K. 1960. Attractiveness of different foods and flowers to the adults of some *Hymenopterous parasites*. *Can Ent*, 92:369~376
 - 9 Lu Z-X(吕仲贤), Yang Z-F(杨樟法), Hu C(胡 萃). 1995. The effect of corn pollen on the adult longevity of *Macrocentrus linearis*. *Ent J East Chin* (华东昆虫学报), 4(2):61~64 (in Chinese)
 - 10 Luo X-N(罗肖南), Zhuo W-X(卓文嬉), Chen Z-H(张兆华). 1986. An interrelationship survey on rice planthoppers predators of the weeds around the rice fields. *J Fujian Agric Coll* (福建农学院学报), 15(3):220~227(in Chinese)
 - 11 Luo X-N(罗肖南), Zhou W-X(卓文嬉). 1980. The biological characteristics and protection of *Anagrus* spp., egg parasitoids of planthoppers. *J Fujian Agric Coll* (福建农学院学报), 2:44~59 (in Chinese)
 - 12 Slansky F, *et al.* 1992. Nutritional Value of Plant Materials to Natural Enemies. 19th International Congress of Ent., Beijing.
 - 13 Towns H. 1958. Some biological characteristics of Ichneumonidae in relation to biological control. *J Econ Ent*, 51:650~652
 - 14 Yu X-P(俞晓平), Hu C(胡 萃), Heong KL. 1998. Parasitization and preference characteristics of egg parasitoids from various habitats to homopterans. *Acta Ent Sin* (昆虫学报), 41(1):120~124 (in Chinese)
 - 15 Zhang N-X(张乃鑫), Li Y-X(李亚新). 1989. An improved method of rearing *Amblyseius fallacis* (Acari:Phytoseiidae) with plant pollen. *Chin J Biol Control* (中国生物防治), 5(4):149~152(in Chinese)
 - 16 Zhou W-R, Wang R. 1989. Rearing of *Orius sauteri* Hem. : Anthororidae with natural and artificial diets. *Chin J Biol Control* (中国生物防治), 5(4):149~152(in Chinese)

作者简介 郑许松,男,1973年生,硕士研究生,助理研究员.主要从事害虫生物防治和生物多样性研究,发表论文10余篇. E-mail:zhengxusong@yahoo.com.cn
