

洞庭湖区苇田拟垫跗蠋蛾研究

游兰韶 邱道寿* 肖铁光

(湖南农业大学 长沙 410128)

王 进

陈志明

(湖南省沅江市芦科所 沅江 413100) (湖南沅江万子湖芦苇场科研站 沅江 413100)

摘要 拟垫跗蠋蛾 *Proreus simulans* (Stål) 的生物学, 包括栖息习性, 越冬虫态和越冬场所; 卵的历期; 各龄若虫的形态特征与历期; 成虫的耐饥能力, 交配、产卵习性, 越冬期成虫呼吸率和呼吸商等内容。捕食作用研究结果表明, 该天敌的食蚜日均捕食量随龄次增大, 4 龄达到最大, 至成虫以后保持稳定; 各龄若虫及成虫的功能反应均属 Holling II 型; 著者最后认为拟垫跗蠋蛾是一种有利用价值的捕食性天敌, 并提出保护利用措施。

关键词 拟垫跗蠋蛾, 生物学, 捕食作用, 模拟模型, 保护利用

拟垫跗蠋蛾是一类完全的捕食性天敌^[1,2], 分布南亚和东南亚, 栖息稻田、蔗田、玉米地或沼泽地带的低洼潮湿地区, 捕食稻纵卷叶螟、稻苞虫、亚洲玉米螟、甘蔗粉蚧、飞虱等。我国台湾、湖北、湖南等省有分布, 在湖南是湖区苇田常见的一类捕食性天敌^[3,4], 国内外少有研究报道, 为探讨其保护利用价值, 我们 1992 年至 1995 年在湖南沅江和长沙对其生物学, 捕食作用进行研究。

1 材料和方法

1.1 材料

试验用蠋蛾 *Proreus simulans* (Stål) 是越冬代蠋蛾, 早春从田间采回置于直径 10 cm、高约 30 cm 的广口瓶内饲养, 瓶内放荻叶、蠋蛾成虫喂食荻色蚜, 待其产卵后继续饲养得若虫。

1.2 方法

(1) 越冬代成虫耐饥力测定: 田间采集越冬代雌雄成虫各 20 头, 室内试管分装, 不供食, 记载存活天数, 至全部死亡, 20 个重复。(2) 越冬期成虫呼吸率与呼吸商的测定, 用 SKW-2A 华勃氏呼吸仪, 试虫均采自苇田, 反应时间 60 min, 各项测定重复 4 次。(3) 雌雄成虫及各龄若虫日均捕食量: 分成虫和 4、3、2、1 龄若虫, 1~2 龄若蚜密度分别设 350 头、300 头、250 头、200 头、150 头, 24 h 后统计被食量, 每虫态(龄) 各测

* 邱道寿先生现为中山大学博士研究生

1995-10-10 收稿, 1996-08-25 收修改稿

定 10 头。(4) 温度对蠖螋攻击率的影响：广口瓶内放入雌雄成虫各 1 头及 200 头相同密度的 1、2 龄若蚜，置入四组不同温度的恒温箱内，重复 6 次。(5) 成虫及若虫捕食功能反应：用有机玻璃筒（直径 15 cm×高 35.5 cm），置入长 33 cm，有 4~5 叶的新鲜荻枝，接入 1、2 龄若蚜及 1 头蠖螋，24 h 后统计被食量，各试验 7 个猎物密度和 3 次以上重复。(6) 成虫在不同空间条件下的捕食功能反应：不同空间大小试验有两项，一项用有机玻璃筒（直径 15.0 cm×高 35.5 cm）、广口瓶（直径 8.0 cm×高 16.0 cm）、培养皿（直径 6.0 cm×高 1.5 cm），其中不设荻枝；另一项用上述有机玻璃筒和广口瓶，其中设一荻枝。不同空间复杂性试验用有机玻璃筒，其中分别设三荻枝，一荻枝和零荻枝三种复杂性。

2 结果

2.1 生物学特性

2.1.1 越冬、历期 (1) 越冬：以成虫和 3、4 龄若虫在荻茼、土缝、残渣内越冬，越冬成虫占 83.2%，3、4 龄若虫占 16.8%。在越冬地块荻芦混生区，纯荻区和纯芦区比例分别为 55.36%、39.73%和 4.91%。(2) 历期：卵历期见表 1。第一代卵历期为 8.42 d。各龄若虫每次蜕皮后均为纯白色，后颜色加深，若虫分 4 龄，各龄若虫特征和历期见表 2 和表 3。

表 1 拟垫跗蠖螋卵历期

蠖螋头数	产卵日期 (月·日)	试验温度 (℃)	卵数		孵化日期 (月·日)	历期 (d)		
			卵块数	卵粒数		最短	最长	平均数
19	5.16~6.5	22.47±0.47	19	399	5.25~6.12	5	11	8.42

表 2 拟垫跗蠖螋若虫特征

龄别	蠖螋头数	体长 (mm)	触角		翅芽	尾铗长 (mm)
			节数	长度 (mm)		
1	42	3.26	8	2.51	未见	0.92
2	20	4.82	13	4.28	小	1.54
3	20	6.35	17	6.30	翅芽紧贴虫体，未翻露	2.03
4	20	10.08	18~19	9.32	外翻，突出	3.33

注：若虫均为酒精浸泡标本，长度均为平均数

表 3 拟垫跗蠖螋若虫历期

(1993·5·25~7·2, 湖南沅江万子湖)

龄别	观察虫头数	历期 (d)		
		最短	最长	平均
1	217	6	11	8.7
2	74	3	7	4.28
3	55	3	6	4.03
4	40	8	14	10.95
总计	386	20	38	27.96

注：实验温度为 (25.71±0.61)℃，猎物为食荻色蚜

2.1.2 生活习性 (1) 栖息和猎物：成、若虫喜隐蔽栖息在湿度较大的部位，常在荻的心叶内或第一片叶鞘内侧活动，芦苇上极少，因芦心叶卷得紧，且叶鞘较平展，不能固定露水保持湿润，可供取食的天敌少。在湖南荻田，捕食对象有食荻色蚜、蔗腹齿蓟马、1 龄高粱长蝽、1 龄棘禾草螟幼虫和小爪螨 *Oligonychus* sp. 等。(2) 孵化：卵椭圆形，长 (1.09±0.12) mm，宽 (0.8±0.04) mm，卵

刚产下时乳白色，然后变黄色，再为淡紫色，后孵化为若虫。若虫 24 h 都可孵化，以晚上最多，孵化后取食卵壳。捕食若蚜多于成蚜，因成蚜体表有蜡质保护，不易攻击，若虫有群集性，一周后才开始分散。(3) 性比：5 月和 6 月调查成虫 587 头，雌雄比为 3.3：1。(4) 交配和产卵：成虫交配多在 9 时后，以 11 时至 14 时为盛，交配时间 20~40 min，尾铗除雄虫交配时抱握雌性外，均有防卫，夹住撕碎猎物，协助取食的作用。雌雄成虫可多次交配。雌虫有单独护卵习性，常护卵至孵化，或重新将卵排列，或将卵移动到隐蔽场所。第一代雌虫产卵期为 39~42 d，可产卵 3 窝，每次产下其总卵量的 1/3 左右，第一代产卵期和产卵数见表 4。

表 4 拟垫跗蠋蛾雌成虫产卵数
(1992·4·19~6·9, 湖南沅江万子湖)

编号	捕获期 (月·日)	第一次产卵		第二次产卵		第三次产卵		产卵天数 (d)	总产卵 粒数
		日期 (月·日)	产卵粒数	日期 (月·日)	产卵粒数	日期 (月·日)	产卵粒数		
1	4. 19	4. 29	34	5. 19	32	6. 7	28	39	94
2	4. 19	4. 29	27	5. 17	35	—	—	—	—
3	4. 19	4. 28	35	5. 17	34	6. 9	34	42	103
4	4. 19	4. 29	34	5. 18	48	6. 8	32	40	114
5	4. 19	4. 29	49	5. 19	31	—	—	—	—
6	4. 19	4. 29	43	5. 20	35	—	—	—	—
7	4. 19	4. 30	34	5. 19	32	—	—	—	—
8	4. 19	4. 29	21	5. 19	35	—	—	—	—
9	4. 19	4. 28	35	5. 19	39	6. 9	24	42	98
10	4. 19	4. 29	34	5. 19	19	—	—	—	—

注：(1) 捕获的是越冬成虫；(2) 第三次无产卵记录是成虫死亡；(3) 4 月 19 日~6 月 9 日的实验温度为 (25.44±0.56)℃

表 5 拟垫跗蠋蛾卵在荻叶上的分布
(1993·5, 湖南沅江万子湖)

产卵部位	心叶	第一叶	第二叶	第三叶	第四叶
卵数(粒/块)	156/7	373/15	44/2	16/1	0
卵粒百分率(%)	26.5	63.3	7.5	2.7	0

注：观察 24 头雌成虫产卵

幼虫捕食，卵期有卵寄生蜂一种，待鉴定。

2.2 生理活动

2.2.1 越冬成虫耐饥能力，结果见表 6。

从表 6 可见，在 (24.24±1.16)℃ 条件下禁食，雌成虫可存活 13~32 d，雄成虫存活 4~20 d，雌虫耐饥能力显著强于雄虫。

2.2.2 越冬期成虫呼吸率和呼吸商的测定

雌成虫常把卵产在荻株心叶及上部第 1~3 片叶鞘处，尤以第一叶鞘与心叶上卵多，占总卵数的 63.3% 和 26.5% (表 5)，因此处湿度大。蚜虫等猎物多，便于取食。每一堆卵的平均卵粒数为 (23.20±0.88) 粒。

2.1.3 天敌：拟垫跗蠋蛾若虫被一种步甲

表 6 拟垫跗蠋蛾越冬代成虫耐饥能力
(1995·5·13~6·14, 沅江万子湖)

存活天数	存活天数		$\bar{X} \pm SD$
	最短	最长	
雌	13	32	21.15±2.74
雄	4	20	11.45±1.97

注：♀、♂ 各 20 个处理

(表 7): 表 7 可见拟垫跗蠋蛾在越冬期间的耗氧量变化以 12 月较高, 以后慢慢降低, 到 2 月份下降到低点, 蛰伏最为深沉, 3 月份和 4 月份耗氧量又逐步提高, 达到正常水平。根据越冬期的呼吸商, 除 2 月份呼吸代谢基质为脂肪外, 其它月份消耗的呼吸代谢基质均为碳水化合物, 说明除 2 月份, 整个越冬期间处于浅度休眠状态。在气候条件适宜, 天气转暖时, 可恢复活动和取食, 与田间观察相符。

表 7 越冬期拟垫跗蠋蛾成虫的耗氧量和呼吸商测定 (长沙, 1994~1995)

编号	12 月 12 日~15 日		1 月 9 日~12 日		2 月 20 日~23 日		3 月 11 日~14 日		4 月 9 日~12 日	
	耗氧量 (μL)	呼吸商	耗氧量 (μL)	呼吸商	耗氧量 (μL)	呼吸商	耗氧量 (μL)	呼吸商	耗氧量 (μL)	呼吸商
1	19.0102	1.1835	2.1945	1.2739	4.4867	0.5837	2.9363	1.4207	7.5469	1.3506
2	17.0952	1.3761	3.3273	1.3979	2.9303	0.9093	5.1863	1.4315	4.9279	1.1721
3	7.0817	1.4176	1.5800	1.5587	—	—	8.5805	1.0843	—	—
4	9.2593	1.3192	4.8150	0.8468	5.3157	0.6818	5.7954	1.1443	3.5857	1.3743
5	12.1511	1.3387	13.8371	0.9504	10.3408	0.7906	10.1597	1.1225	7.9313	1.1768
6	11.7145	1.1454	12.3394	1.3057	7.3678	0.5532	14.5224	0.9206	12.3359	1.1651
7	—	—	4.6422	0.9803	3.1592	0.9139	3.2712	0.4953	6.2219	1.5595
8	10.4291	1.4470	6.3617	1.6504	7.5565	0.8081	6.4895	0.5225	10.2224	1.3829
平均	12.3916	1.3181	6.1372	1.2455	5.8795	0.7457	7.1177	1.0177	7.5389	1.3116

注: 耗氧量单位为 $\mu\text{L}/(\text{g} \cdot \text{min})$, 5 次试验温度均为 $13\text{ }^{\circ}\text{C}$

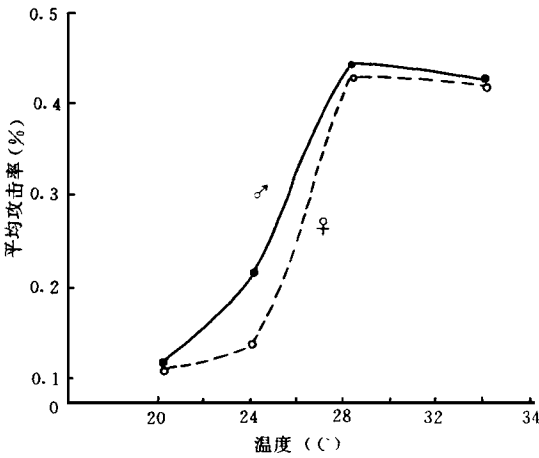


图 1 不同温度下蠋蛾对蚜虫的攻击率

2.3 捕食作用

2.3.1 雌雄成虫及各龄若虫日均捕食量: 试验温度 (24.42 ± 1.16) $^{\circ}\text{C}$ 下, 1~4 龄若虫和雌雄成虫的日均捕食量分别为 22.8 头、39.9 头、62.9 头、86.3 头、89.8 头和 91.8 头, 4 龄若虫捕食量与成虫相仿。

2.3.2 温度对攻击率的影响: 不同温度下捕食量研究表明, 随温度上升雌雄蠋蛾攻击率加大, $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时攻击率最大 (图 1)。

2.3.3 雌雄成虫和各龄若虫的捕食功能反应比较: 拟垫跗蠋蛾对食获色蚜的功能反应属于 Holling II 型, 以 Holling 圆盘方程拟合实验数据, 结果见表 8。拟垫跗蠋蛾雌雄成虫和各龄若虫对食获色蚜的功能反应模拟曲线见图 2 和图 3。

表 8 拟垫跗螳螂对食荻色蚜的功能反应

(1994, 5~6 月, 沅江万子湖)

虫态 (龄)	圆盘方程	卡方值 (χ^2)	瞬间攻击率 (α)	处理时间 (Th)	日最大捕食量 (Na_{max})
1 龄若虫	$Na=0.3314Nt/1+0.007342Nt$	0.6484	0.3314	0.02216	45.1
2 龄若虫	$Na=0.3646Nt/1+0.004409Nt$	0.6676	0.3646	0.01209	82.7
3 龄若虫	$Na=0.4140Nt/1+0.002703Nt$	0.8908	0.4140	0.006529	153.2
4 龄若虫	$Na=0.4365Nt/1+0.002256Nt$	2.0950	0.4365	0.005176	193.5
雌成虫	$Na=0.4617Nt/1+0.001806Nt$	1.5330	0.4617	0.003912	255.6
雄成虫	$Na=0.4568Nt/1+0.001800Nt$	1.6534	0.4568	0.003941	253.7

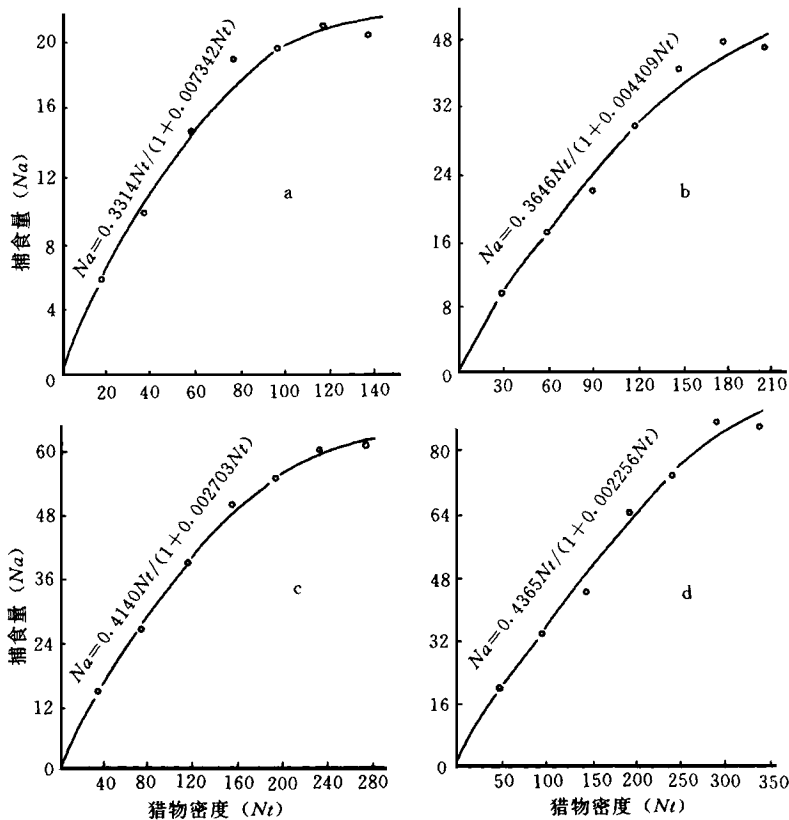


图 2 拟垫跗螳螂各龄若虫的功能反应

从表 8 可见, 拟垫跗螳螂从 1 龄若虫到成虫, 随龄期增大, 瞬间攻击率 (α) 随着增大, 处理时间 (Th) 随之缩短, 最大捕食量 (Na_{max}) 依次增大, 说明龄期愈大, 搜索速度愈快, 成功的机会也愈大, 但在雌雄成虫间捕食能力相当。

2.3.4 成虫在不同空间条件下的捕食功能反应比较：拟垫跗螳成虫在不同空间复杂程度下对食获色蚜的功能模拟方程见表 9。从表 9 说明：(1) 在容器内不设获枝条件下，随着搜索空间由小变大，瞬间攻击率 (α) 由大变小，处理时间 (Th) 和日最大捕食量 (Na_{max}) 以培养皿和广口瓶的变化不大，而玻璃筒则表现出处理时间增多，日最大捕食量稍少；(2) 容器内设一获枝时，不同空间条件下瞬间攻击率、处理时间和最大捕食量都没有明显变化，这主要和螳习性有关，螳一般只在获枝心叶喇叭口附近活动和搜索猎物，设置获枝后容量空间大小的影响被消除；(3) 在不同的空间复杂程度下，从一获枝到三获枝，瞬间攻击率 (α) 变小，处理时间稍增加，说明随着空间复杂性的提高，螳捕食猎物的机会随之下降；从零获枝到一获枝，表现出瞬间攻击率增大，处理时间减小，说明捕食成功机会加大，主要原因是虽然不设获枝的空间复杂性下降，但螳的负趋光性，常隐蔽某处不行搜索活动或喜在获枝心叶附近活动，设一获枝实际搜索空间减小 (图 4~6)。

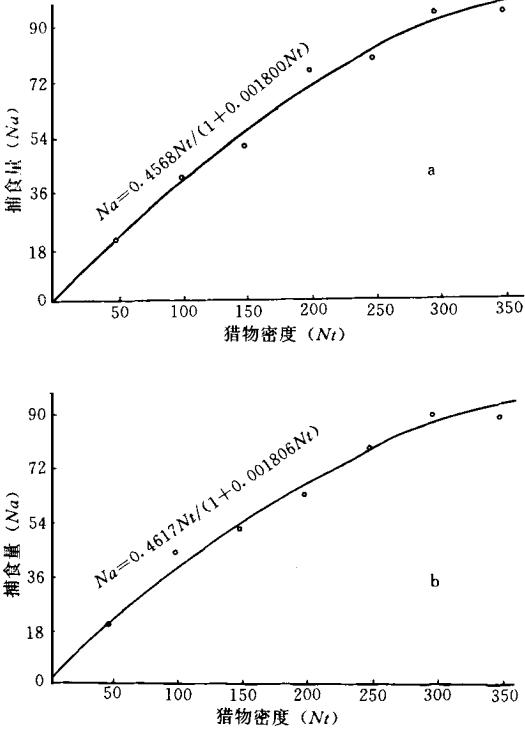


图 3 拟垫跗螳成虫的功能反应

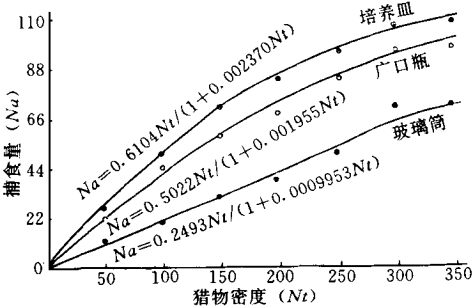


图 4 拟垫跗螳成虫在不同空间大小 (无获枝) 下的功能反应

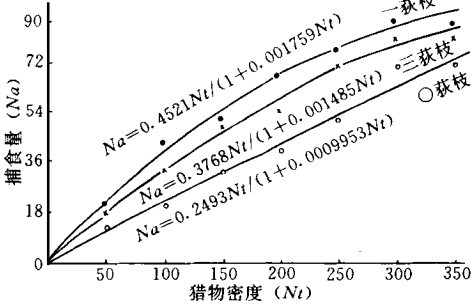


图 5 拟垫跗螳成虫在不同空间复杂性下的功能反应

3 讨论

拟垫跗螳螂是一类完全的捕食性天敌，产卵量大，耐饥，成、若虫食量大，捕食效率高，捕食多种害虫，是一类有利用价值的天敌；王宗典等(1994)^[3,4]认为拟垫跗螳螂雌虫产卵量最多 48 粒，最少 22 粒，平均 39.3 粒；每头成虫捕食色蚜的日捕食量约为 200 头，理论上的最大捕食量为 437.6 头，均有待商榷。拟垫跗螳螂的保护利用方法有：获芦收割时散置草堆，冬季烧火灭丁螺时，多留枝叶，提高越冬基数；获芦生长期苇田保存野芹菜、辣蓼等野生植物，可保持苇田湿润的小气候，以利于螳螂的产卵发育；螳螂若虫孵化高峰期切忌用药，特别是用飞机大面积用药时，应选用毒性低的杀虫剂。

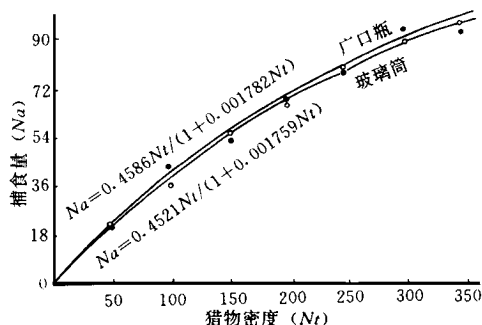


图 6 拟垫跗螳螂成虫在不同空间大小
(一获枝) 下的功能反应

致谢 捕食作用研究得到陈常铭教授指导，食获色蚜由张广学院士鉴定，周至宏先生复墨，周文豹先生鉴定拟垫跗螳螂。

参 考 文 献

- 1 Yanagihara M. Results of studies on the distribution of soil insects of sugar cane field in Fonosa (in Japanese) J. Formosan Sugar Plant Association 1936, **14** (9): 341~424
- 2 Natkanjorn S P, Guthrie W D, Young W R et al. 1978 *Proreus simulans*: An earwig predator of the tropical corn borer, *Ostrinia furnacalis* Iowa State J. of Research 1978, **52** (3): 277~282
- 3 王宗典, 帅先福, 龚秧初等. 拟垫跗螳生物学特性的研究, 生物防治通报 1994, **10** (2): 52~54
- 4 王宗典, 帅先福, 王浩毅等. 拟垫跗螳对食获色蚜捕食功能反应的研究. 中国南获和芦苇科技论文集 (一) (王宗典主编) 北京: 中国农业科技出版社, 1994, 105~108

STUDIES ON EARWIG, *PROREUS SIMULAS* (STÅL) (DERMAPTERA: CHALISOCHIDAE) IN REED FIELD IN DONGTING LAKE REGION

You Lanshao Qiu Daoshou Xiao Tieguang

(Hunan Agricultural University Changsha 410128)

Wangjin

(Yuanjiang Institute of Reed Science Yuanjiang 413100)

Chen Zhiming

(Wanzi Lake Farm of Reed Yuanjiang 413100)

Abstract *Proreus simulas* (Stål) is a predatory natural enemy effective in the control of pests in reed fields. The biological characters and predation to *Melanaphis* sp. of the chalisochids have been studied. The adult and third and fourth instar nymphs of the earwig hibernate on the remained reed stems and leaves, or in the soil chinks. At about $(22.47 \pm 0.47)^{\circ}\text{C}$, the average incubation period of the eggs is 8.42 days. There are three moults or four instars in the larvae. At the laboratory temperatures, the average development periods of the first instar, second instar, third instar and fourth instar nymphs are 8.7, 4.28, 4.03, and 10.95 days, respectively. The adults and nymphs of the chalisochids prey upon some species of insect pests occurring in reed fields, such as: *Oligonychus* sp., *Melanaphis* sp., *Baliothrips serratus*, first instar nymphs of *Dimorphites spinolae* and first instar larvae of *Chiloniponella*. At the laboratory temperatures, the number of eggs laid per female after hibernation at the first oviposition and the second oviposition varies from 24 to 34 and from 19 to 48, respectively, while that at third oviposition varies from 24 to 34. The preying activating of the chalisochids reaches a greatest attacking rate at 28°C . The average number of aphids eaten by an earwig in one day increases with the stadium of the larva and reaches the maximum at 4th instar, which approximates to that of an adult. the functional responses of 1—4 instar nymphs and adults are found to be Holling II type.

By these investigations, the authors believe that the earwig, *Proreus simulas*, is a valuable predator for pest control and have put forward a proposal about the protection and utilization of this natural enemy.

Key words earwig, biology, predation, simulation model, protective utilization