

石蒜绵粉蚧生物学特性

智伏英^{1,2}, 黄芳³, 黄俊^{2,*}, 郦卫弟², 吕要斌^{1,2,*}

(1. 浙江师范大学化学与生命科学学院, 浙江金华 321004; 2. 浙江省农业科学院植物保护与微生物研究所, 杭州 310021;

3. 湖州出入境检验检疫局, 浙江湖州 313000)

摘要:【目的】石蒜绵粉蚧 *Phenacoccus solani* 是近年来我国大陆新记录的一种有害昆虫, 对我国的农业生产和生态环境具有潜在的巨大威胁, 而本研究旨在明确该虫的主要生物学特性。【方法】在实验室条件下 ($27 \pm 1^\circ\text{C}$, RH 70% $\pm$ 5%, 12L: 12D) 以马铃薯 *Solanum tuberosum* 作为寄主, 研究了石蒜绵粉蚧的生殖方式、发育历期、繁殖能力及各虫态的形态特征。【结果】石蒜绵粉蚧只能营产雌孤雌生殖, 生活史包括卵、1–3 龄若虫和雌成虫; 卵单个散产且在母体外孵化, 孵化时间约 24 min, 雌成虫还能产下一部分不能孵化的卵; 若虫期 14~22 d, 总历期 33~64 d; 雌成虫繁殖能力强, 单头产卵量 135~337 粒, 平均产卵 244 粒。各龄期主要形态特征为: 卵呈长椭圆形, 黄色且透明, 具一对红棕色的复眼; 1 龄若虫呈黄色, 行动活泼; 2 龄若虫体缘出现齿状突起; 3 龄若虫呈深黄色, 体缘突起明显, 尾瓣突出; 雌成虫体表的白色蜡粉较厚实, 体缘蜡突明显, 体色变深, 足呈深红色。【结论】从生殖方式、发育历期及繁殖能力等方面明确了石蒜绵粉蚧的主要生物学特性, 结果预示该虫是一种重要潜在的危险性害虫。

关键词: 石蒜绵粉蚧; 生活史; 发育历期; 繁殖能力; 形态特征

中图分类号: Q965 文献标识码: A 文章编号: 0454-6296(2018)07-0871-06

Biological characteristics of the solanum mealybug, *Phenacoccus solani* (Hemiptera: Pseudococcidae)

ZHI Fu-Ying^{1,2}, HUANG Fang³, HUANG Jun^{2,*}, LI Wei-Di², LU Yao-Bin^{1,2,*} (1. College of Chemistry and Life Sciences, Zhejiang Normal University, Jinhua, Zhejiang 321004, China; 2. Institute of Plant Protection and Microbiology, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China; 3. Huzhou Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Huzhou, Zhejiang 313000, China)

Abstract: 【Aim】The solanum mealybug, *Phenacoccus solani* (Hemiptera: Pseudococcidae), is a new record species in China, and supposed to be a great potential threat to agricultural production and ecological environment. This study aims to reveal the biological characteristics of *P. solani*. 【Methods】The reproductive mode, developmental duration, fecundity and morphological characteristics of various developmental stages of *P. solani* on the host *Solanum tuberosum* were investigated under laboratory conditions ($27 \pm 1^\circ\text{C}$, RH 70% $\pm$ 5% and a photoperiod of 12L: 12D). 【Results】*P. solani* is a parthenogenetic, thelytokous species, and no male individual could be found in the population. There are five stages (egg, 1st – 3rd instar nymphs and adult female) in the life cycle. Eggs are laid in a scattering mode, and hatched within ca. 24 min. Female adults also produce some eggs that are unhatchable. The nymphal stage lasts 14 – 22 d and the total life span is 33 – 64 d. Adult female has strong fecundity, with the number of eggs laid per female ranging from 135 to 337 (244 on average). The

基金项目: 国家自然科学基金项目(31772234)

作者简介: 智伏英, 女, 1992 年 1 月生, 山西应县人, 硕士研究生, 研究方向为入侵生物学, E-mail: 1214575524@qq.com

* 通讯作者 Corresponding authors, E-mail: junhuang1981@aliyun.com; luyben@163.com

收稿日期 Received: 2018-03-17; 接受日期 Accepted: 2018-05-15

main morphological characteristics of each developmental stage: egg, oblong, yellow and transparent in appearance, with one pair of reddish brown compound eyes; the 1st instar nymph, also yellow in color, and moves fast; the 2nd instar nymph, protuberances appear on the marginal surface of body; the 3rd instar nymph, dark yellow in color, its protuberances become visible, and caudal valve protrudent; adult female, covered with a thick layer of white waxy powder, protuberances become more visible, body color becomes darker, and legs dark red in color. 【Conclusion】 The main biological characteristics of *P. solani* were clarified from the aspects of reproductive mode, developmental duration, and fecundity. The results imply that *P. solani* is an important and potential dangerous insect pest.

Key words: *Phenacoccus solani*; life cycle; developmental duration; fecundity; morphology

石蒜绵粉蚧 *Phenacoccus solani* 隶属于半翅目 (Hemiptera) 粉蚧科 (Pseudococcidae) 绵粉蚧属 *Phenacoccus*, 是我国大陆新记录的一种有害昆虫。该害虫最早被发现于加利福尼亚一株菊科植物 *Hemizonia rudis* 的根部 (Ferris, 1918), 随后逐步扩散到美国其他州, 以及地中海地区的西西里岛、以色列、土耳其、西班牙等地 (Mazzeo *et al.*, 1999; Ben-Dov, 2005; Beltra and Soto, 2011; Celepci *et al.*, 2017)。我国大陆于 2008 年在新疆乌鲁木齐市温室大棚内的神仙草 *Bellis perennis*、球兰 *Hoya carnosa*、伞树 *Schefflera octophylla* 等植物上发现该虫为害 (王珊珊和武三安, 2009), 2014 年苏州出入境检验检疫局在景天科多肉植物宝石花 *Graptopetalum* sp. 隔离培养期间首次截获该虫, 目前在北京、台湾、华南部分地区也均有分布。郑斯竹等 (2015) 对石蒜绵粉蚧传入中国的潜在危险性进行风险分析, 结果表明, 该害虫在我国的适生范围很广, 尤其对长江中、下游蔬菜作物区的危险性最大。

石蒜绵粉蚧食性广, 已知寄主植物多达 31 个科, 如茄科、爵床科、石蒜科、菊科、豆科、姜科、番杏科、五加科、兰科等 (Ben-Dov, 2005; 王珊珊和武三安, 2009; Chatzidimitriou *et al.*, 2016; Dewar *et al.*, 2018), 尤其喜食茄科、菊科及多肉类植物。石蒜绵粉蚧主要危害植物的幼嫩部位, 包括嫩枝、叶片、花芽和叶柄, 以雌成虫和若虫吸食汁液危害, 造成受害植株长势衰弱, 生长缓慢或停止, 失水干枯; 分泌的蜜露诱发的煤污病会阻碍植物的光合作用, 从而导致被害寄主枝叶生长不良, 提早落叶、落果, 降低产量 (郑斯竹等, 2015)。目前国内外对于石蒜绵粉蚧的研究主要包括其为害特点、分布情况、适生区预测等, 然而关于其生物学特性研究还鲜见报道。本研究在实验室条件下, 以具有重要经济价值的茄科代表性作物马铃薯作为寄主, 观察并系统研究了石蒜绵粉蚧生殖方式、发育历期、繁殖能力以及各龄期的形态

特征, 以期能为该害虫的科学防控提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫及寄主植物

供试昆虫为石蒜绵粉蚧, 采自浙江省金华市婺城区罗店镇盆栽多肉植物上 ($119^{\circ}36'23.03''\text{E}$, $29^{\circ}09'16.31''\text{N}$), 在人工气候室内 ($27 \pm 1^{\circ}\text{C}$, RH 70% $\pm$ 5%, 12L: 12D) 以马铃薯 *Solanum tuberosum* 作为寄主植物进行饲养。

供试植物为马铃薯, 常年栽种在温室里, 生长期不施任何农药, 及时人工除虫, 保证无药无虫。待植株株高达到 30 ~ 40 cm 供试, 并放入养虫笼 (长 $\times$ 宽 $\times$ 高 = 50 cm $\times$ 50 cm $\times$ 60 cm), 然后用毛笔将石蒜绵粉蚧小心挑入养虫笼内的马铃薯上进行大量饲养。

1.2 石蒜绵粉蚧的生殖方式与产卵特性

从室内粉蚧种群中挑取雌成虫, 在 Nikon SMZ1500 体视显微镜 (日本尼康) 下观察其产卵。待卵发育为 1 龄若虫, 则从中随机挑取 150 头健康的虫体; 分别将每头 1 龄若虫放在马铃薯叶片上, 然后置于直径为 9 cm 的塑料培养皿内, 底部铺一张湿润滤纸以保鲜。培养皿盖上之后, 用 Parafilm 膜封口, 之后将其置于培养箱内, 饲养条件为 $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$, RH 70% $\pm$ 5%, 光周期 12L: 12D。离体叶片需带叶柄, 而叶柄处用脱脂棉包裹并湿润以保鲜。当发育至 2 龄若虫, 则重点观察其介壳颜色、形态及足, 判断并记录有无性比分化, 如发育至下个若虫阶段或无预蛹出现, 则说明无雄虫类型; 当发育至雌成虫阶段, 则观察、记录是否产卵以此判断其生殖类型。每头若虫为一次重复, 共 150 次重复。

1.3 石蒜绵粉蚧的发育历期与繁殖能力

每隔 12 h 观察虫体发育情况, 以蜕皮作为判断虫龄的依据, 发现其蜕皮后立即在显微镜下观察并

拍照,记录各虫龄的形态特征、发育情况(各龄历期)及雌成虫产卵量,同时测量虫体长及宽。每头若虫为一次重复,共 50 次重复。

1.4 数据分析

采用基本统计及 *t* 检验分析石蒜绵粉蚧的性比分化、各龄历期、产卵量、虫体长及宽,数值以平均值 ± 标准误 (mean ± SE) 来表示。所有数据采用 DPS (Data Processing System) 软件进行统计分析。

2 结果

2.1 石蒜绵粉蚧的生殖方式与产卵特性

经观察统计发现,石蒜绵粉蚧 2 龄若虫均发育为 3 龄若虫,无性比分化现象即无雄虫类型,而且所有雌成虫均能产卵(图 1)。因此,石蒜绵粉蚧营产雌孤雌生殖方式。

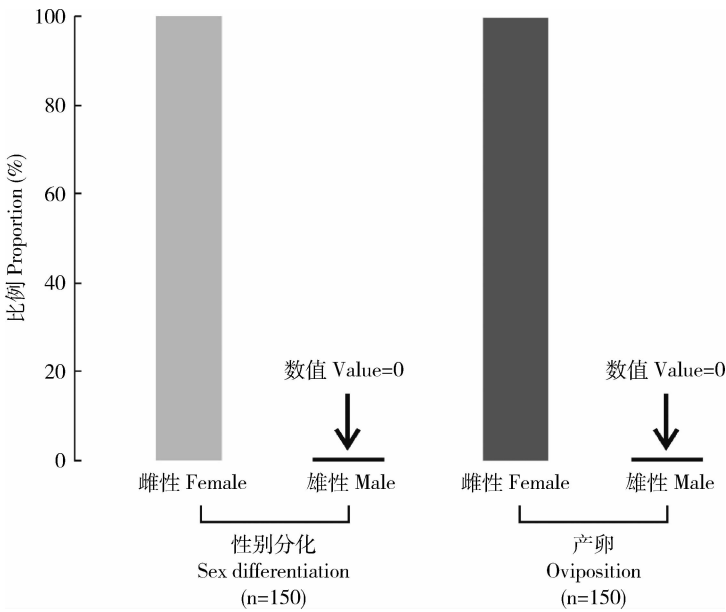


图 1 石蒜绵粉蚧成虫生殖特性
Fig. 1 Reproductive characteristics of *Phenacoccus solani* adults

石蒜绵粉蚧卵单个散产,呈长椭圆形,黄色且透明,产下不久即孵化(图 2: A, C),孵化时间很短 (<25 min)。而且,产下的卵存在两种外观不同的类型,即带复眼(红棕色)和不带复眼(或看不到复眼)

(图 2: A, B);通过对 30 头雌成虫产下的 330 粒卵的观察统计发现,看不到复眼的卵所占比例为 10.6%,且均不能正常孵化,约 48 h 后脱水而死亡。

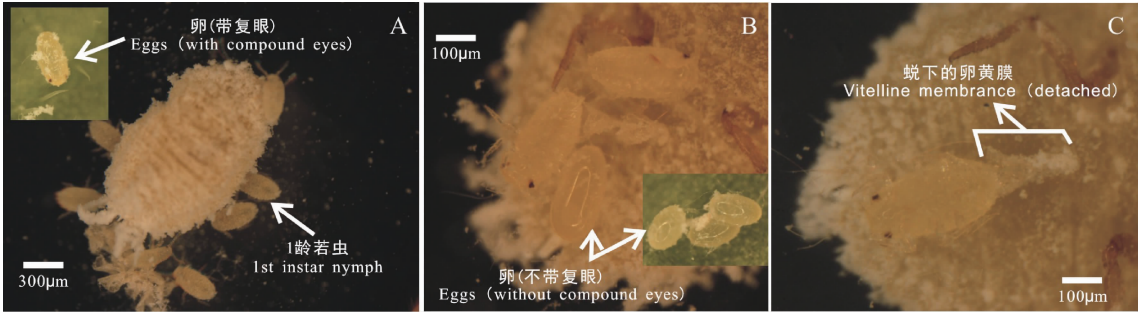


图 2 石蒜绵粉蚧产卵特性
Fig. 2 Oviposition characteristics of *Phenacoccus solani*

A, B: 产下两种外观不同的卵,且带复眼卵产下后快速孵化成 1 龄若虫 Eggs with two different appearances, and eggs with compound eyes quickly hatched into the 1st instar nymphs after the eggs were laid; C: 卵产下后在母体外孵化且蜕下卵黄膜 Eggs hatched under mother body, and with egg membrane shed.

2.2 石蒜绵粉蚧的发育历期

石蒜绵粉蚧生活史包括卵、1–3 龄若虫和雌成虫。石蒜绵粉蚧在马铃薯上的各龄历期见表 1。由表可知,1 龄若虫历期为 6 ~ 13 d,2 龄若虫历期为 3 ~ 7 d,3 龄若虫历期为 4 ~ 7 d,若虫期为 14 ~ 22 d,成虫历期为 16 ~ 45 d。雌成虫到产卵时体型显著变大,体长为 2.497 ± 0.066 mm,体宽为 1.500 ± 0.040 mm,总历期为 33 ~ 64 d。

表 1 石蒜绵粉蚧在马铃薯上的各龄历期 (d)
Table 1 Developmental duration (d) of various developmental stages of *Phenacoccus solania* on potato

龄期 Life stage	平均值 ± 标准误 (n = 50) Mean ± SE	范围 Range
1 龄若虫 1st instar nymph	7.96 ± 0.39	6 – 13
2 龄若虫 2nd instar nymph	4.72 ± 0.22	3 – 7
3 龄若虫 3rd instar nymph	4.82 ± 0.18	4 – 7
若虫期 Nymphal stage	17.50 ± 0.51	14 – 22
成虫 Adult	29.80 ± 2.10	16 – 45
总历期 Total life cycle	47.36 ± 2.32	33 – 64

2.3 石蒜绵粉蚧的繁殖能力

通过观察发现石蒜绵粉蚧营产雌孤雌生殖。进一步观察马铃薯叶片上单头饲养的雌成虫产卵量和产卵历期,结果表明,该粉蚧繁殖量大,单头雌性成虫产卵量为 244.46 ± 14.29 粒 (范围 135 ~ 337 粒; n = 50);雌虫产卵前期的发育历期为 12.24 ± 0.40 d (范围 4 ~ 14 d; n = 50),产卵历期 17.50 ± 2.08 d (范围 5 ~ 31 d; n = 50)。

2.4 石蒜绵粉蚧的形态特征

2.4.1 卵:长椭圆形,黄色透明,长 0.320 ± 0.012 mm,宽 0.146 ± 0.004 mm,刚产下时可以看到红棕色的复眼,产下后位于雌成虫身体下方。卵产下后 5 ~ 8 min 开始蠕动即开始蜕皮,之后逐渐看到触角、足及体表的蜡粉,约 24 min 蜕皮结束,腹部末端可见刚蜕下的卵黄膜,此时已发育为 1 龄若虫,迅速可以活动。

2.4.2 1 龄若虫:初孵化时体表光滑,透明黄色,头、胸、腹区分明显;足发达,透明黄色;复眼球形,呈红棕色;体长 0.388 ± 0.002 mm,体宽 0.178 ± 0.002 mm。之后体表覆盖一层薄蜡粉,身体逐渐圆润 (图 3: A)。该龄期若虫行动活泼,在蜕皮结束后短时间就可取食危害。

2.4.3 2 龄若虫:初蜕皮时黄色,椭圆形,体缘出现齿状突起 (图 3: B);体长为 0.521 ± 0.016 mm,体宽为 0.276 ± 0.007 mm。取食 1 ~ 2 d 之后,体表逐渐被蜡粉覆盖。

2.4.4 3 龄若虫:初蜕皮时深黄色,椭圆形,体缘突起明显,尾瓣突出,足的颜色加深 (图 3: C),体长 0.751 ± 0.022 mm,体宽 0.412 ± 0.010 mm,1 ~ 2 d 后,体表逐渐被蜡粉覆盖。

2.4.5 雌成虫:椭圆形,个体变大,体表的白色蜡粉较厚实,体缘蜡突明显,足呈深红色,体色变深 (图 3: D),此时体长 1.110 ± 0.027 mm,体宽 0.634 ± 0.015 mm。

各龄期体长和体宽统计见表 2。

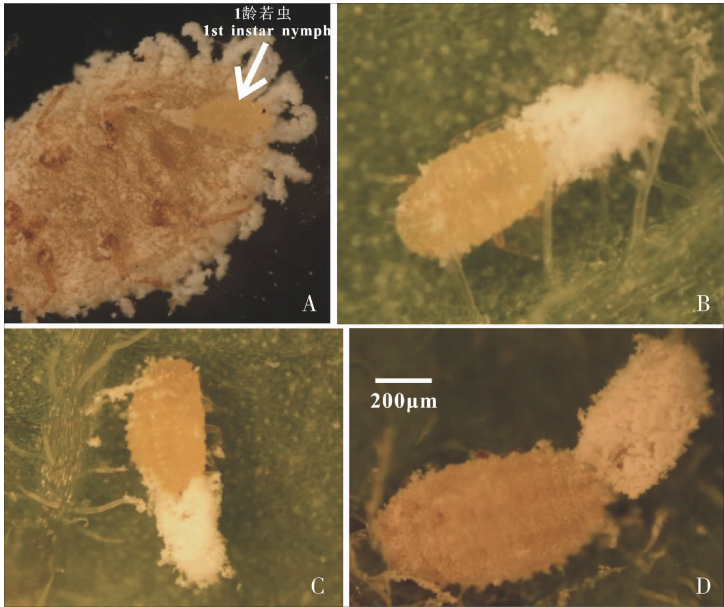


图 3 石蒜绵粉蚧 1 龄 (A)、2 龄 (B) 和 3 龄若虫 (C) 及雌成虫 (D)
Fig. 3 The 1st (A), 2nd (B) and 3rd (C) instar nymph, and female adult (D) of *Phenacoccus solani*

表 2 各龄期石蒜绵粉蚧的体长和体宽

Table 2 Body length and width of various developmental stages of *Phenacoccus solania*

龄期	体长 (mm) (n = 50)	体宽 (mm) (n = 50)
Developmental stage	Body length	Body width
卵 Egg	0.320 ± 0.012 (0.253 – 0.363)	0.146 ± 0.004 (0.129 – 0.162)
1 龄若虫 1st instar nymph	0.388 ± 0.002 (0.372 – 0.419)	0.178 ± 0.002 (0.164 – 0.195)
2 龄若虫 2nd instar nymph	0.521 ± 0.016 (0.413 – 0.698)	0.276 ± 0.007 (0.214 – 0.329)
3 龄若虫 3rd instar nymph	0.751 ± 0.022 (0.591 – 0.928)	0.412 ± 0.010 (0.356 – 0.504)
雌成虫 Female adult	1.110 ± 0.027 (0.928 – 1.334)	0.634 ± 0.015 (0.451 – 0.732)

3 讨论

粉蚧类昆虫具有两性与孤雌等生殖方式,而孤雌生殖又包括只产下雄性后代的产雄孤雌生殖,只产下雌性后代的产雌孤雌生殖,以及产下雌、雄后代的产两性孤雌生殖(Franco *et al.*, 2009)。本研究表明,石蒜绵粉蚧没有雄虫,只营产雌孤雌生殖,这与前人的观察结果一致(Lloyd, 1952; Ben-Dov, 2005)。但是,与之同属的近年入侵我国的扶桑绵粉蚧 *Phenacoccus solenopsis*,在雌成虫形态上两者相似(Pellizzari and Porcelli, 2013),但是两者的生殖方式却截然不同。Huang 等(2013)研究证实扶桑绵粉蚧具雄虫(雄虫 2 龄若虫以后直接发育为预蛹、蛹和成虫),而且只营两性生殖,孤雌生殖无法产生后代。因此,扶桑绵粉蚧的防治技术特点上要求雌雄皆防,性诱剂诱杀或能取得较佳的防治效果。而产雌孤雌生殖型的石蒜绵粉蚧,其后代的个体数量往往会以几何基数增长,种群扩张迅速,诸多研究发现该类生殖策略有利于刚传入种群的定殖(王成业, 2011),因此,在其防治技术特点上则要求对低龄若虫进行精准施药。

本研究发现,石蒜绵粉蚧雌成虫产卵属于卵胎生,不同于扶桑绵粉蚧具有卵囊,而且卵单个散产,单头雌成虫平均产卵量为 244 粒;卵期很短,从母体产下后不久即为 1 龄若虫,行动活泼,短时间内即可取食危害。整个生命历期长达 30 多天,为其暴发成灾奠定了有利基础。在外观形态上,石蒜绵粉蚧不像扶桑绵粉蚧在体背上具有成对的黑色斑点以及体缘有蜡突,两者很容易区分;但是国外学者认为,两者在形态上很难区分(Chatzidimitriou *et al.*, 2016),只能通过肛环形状及大小,以及第 7 腹节处多格腺的分布来判断,这或许是由于不同地理种群个体在形态上发生了变化(Hodgson *et al.*, 2008)。

石蒜绵粉蚧寄主范围广,尤其喜食茄科、菊科及

多肉植物。据调查,该蚧虫基本上是通过进境的多肉植物而携带(郑斯竹等, 2015)。而且,近年来多肉植物作为盆栽新宠越来越受到国内消费者的青睐,并且进境的多肉植物种类繁多、来源广泛、进境方式复杂,从而加大了石蒜绵粉蚧传入我国的风险。目前,国内对于石蒜绵粉蚧是否为外来入侵物种还存在争议,王珊珊和武三安(2009)首次报道该虫在新疆和北京的样本,认为是中国大陆新记录物种;陈淑佩等(2002)首次报道该虫在台湾发现的时候,也认为是台湾新纪录害虫。陈哲等(2017)则认为该虫仅在中国北京、新疆、台湾及华南部分地区零星发生,但它属于高度危险的外来入侵生物。虽然石蒜绵粉蚧在我国未见广泛分布,但也未有充足的依据说明该害虫是一种入侵生物,因此未来需要对国内外石蒜绵粉蚧不同地理种群之间的关系开展深入研究,以确定其是否为外来生物。

石蒜绵粉蚧具备了介壳虫类害虫的繁殖力大、世代重叠、抗逆性强及体背厚蜡壳等生态优势,在其防治上难以取得突破。目前,有学者在国内石蒜 *Lycoris radiata* 上调查发现了石蒜绵粉蚧的寄生蜂一新种 *Anagyrus pseudofuscus*(Zu *et al.*, 2018),其控害效能还亟待进一步评估。但是,在实验室条件下我们已成功驯化扶桑绵粉蚧的专性、伴迁性优势种天敌——班氏跳小蜂 *Aenasius bambawalei*,使其能寄生石蒜绵粉蚧,这为该害虫的生物防治提供了解决思路。

参考文献 (References)

Ben-Dov Y, 2005. The Solanum mealybug, *Phenacoccus solani* Ferris (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae), extends its distribution range in the Mediterranean Basin. *Phytoparasitica*, 33(1): 15 – 16.

Beltrà A, Soto A, 2011. New records of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) from Spain. *Phytoparasitica*, 39(4): 385 – 387.

Celepci E, Uygun S, Kaydan MB, Uygun FN, 2017. Mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) species on weeds in *Citrus*

- (Rutaceae) plantations in Çukurova Plain, Turkey. *Türk. Entomol. Bült.*, 7(1): 15–21.
- Chatzidimitriou E, Simonato M, Watson GW, Martinez-Sanudo I, Tanaka H, Zhao J, Pellizzari G, 2016. Are *Phenacoccus solani* Ferris and *P. defectus* Ferris (Hemiptera: Pseudococcidae) distinct species? *Zootaxa*, 4093(4): 539–551.
- Chen SP, Chen CN, Wong CY, 2002. New record of a pest – *Phenacoccus solani* Ferris (Homoptera: Pseudococcidae) in Taiwan. *J. Agric. Res. China*, 51(2): 79–82. [陈淑佩, 陈秋男, 翁振宇, 2002. 台湾新记录害虫——石蒜绵粉介壳虫 (*Phenacoccus solani* Ferris) (Homoptera: Pseudococcidae). 中华农业研究, 51(2): 79–82]
- Chen Z, Lu Z, Shao WD, 2017. Advances in the study of *Phenacoccus solani* Ferris. *East China For. Manag.*, 31(2): 45–48. [陈哲, 鲁专, 邵炜冬, 2017. 石蒜绵粉蚧研究进展. 华东森林经理, 31(2): 45–48]
- Dewer Y, Abdel-Fattah RS, Schneider SA, 2018. Molecular and morphological identification of the mealybug, *Phenacoccus solani* Ferris (Hemiptera: Pseudococcidae): first report in Egypt. *EPPO Bull.*, 48(1): 155–159.
- Ferris GF, 1918. The California Species of Mealy Bugs. Leland Stanford, Junior University Publications, California. 78 pp.
- Franco JC, Zada A, Mendel Z, 2009. Novel Approaches for the Management of Mealybug Pests. In: Ishaaya I, Horowitz AR eds. Biorational Control of Arthropod Pests. Springer, Netherlands. 233–278.
- Hodgson C, Abbas G, Arif MJ, Saeed S, Karar H, 2008. *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Sternorrhyncha: Coccoidea: Pseudococcidae), an invasive mealybug damaging cotton in Pakistan and India, with a discussion on seasonal morphological variation. *Zootaxa*, 1913: 1–35.
- Huang F, Zhang JM, Zhang PJ, Lu YB, 2013. Reproduction of the solenopsis mealybug, *Phenacoccus solenopsis*: males play an important role. *J. Insect Sci.*, 13: 137.
- Lloyd DC, 1952. Parthenogenesis in the mealybug, *Phenacoccus solani* Ferris. *Can. Entomol.*, 84(10): 308–310.
- Mazzeo G, Russo A, Suma P, 1999. *Phenacoccus solani* Ferris (Homoptera: Coccoidea) on ornamental plants in Italy. *Boll. Zool. Agr. Bachic.*, 31(1): 31–35.
- Pellizzari G, Porcelli F, 2013. First record of *Phenacoccus defectus* in Italy, with comments on *Phenacoccus solani* and *Phenacoccus solenopsis*. *Bull. Insectol.*, 66(2): 209–211.
- Wang CY, 2011. Genetic mechanism and evolutionary significance of the origin of parthenogenetic insects. *Zool. Res.*, 32(6): 689–695. [王成业, 2011. 昆虫孤雌生殖起源的遗传机制和进化意义. 动物学研究, 32(6): 689–695]
- Wang SS, Wu SA, 2009. The new record, *Phenacoccus solani* Ferris (Hemiptera: Pseudococcidae), in Mainland China. *Plant Quar.*, 23(4): 35–37. [王珊珊, 武三安, 2009. 中国大陆新纪录种: 石蒜绵粉蚧(*Phenacoccus solani* Ferris). 植物检疫, 23(4): 35–37]
- Zheng SZ, Gao Y, Fan XH, 2015. The risk analysis of the introduction in China. *China Plant Prot.*, 35(4): 75–77. [郑斯竹, 高渊, 樊新华, 2015. 石蒜绵粉蚧传入我国风险分析. 中国植保导刊, 35(4): 75–77]
- Zu GH, Wang YH, Zhang YZ, Li CD, Zhang X, 2018. A new species of *Anagyrus* (Hymenoptera: Encyrtidae) from China, parasitoid of *Phenacoccus solani* Ferris (Hemiptera: Pseudococcidae) on *Lycoris radiata* (L'Her.) Herb. *Phytoparasitica*, 46: 197–201.

(责任编辑: 赵利辉)