

警惕茄科作物重大害虫马铃薯木虱 入侵风险及危害*

何小丽^{1**} EMILIANO Veronesi^{1, 4} WRATTEN Stephen^{1, 4}
祝增荣¹ 高玉林^{2, 3***} 周文武^{1***}

(1. 浙江大学昆虫科学研究所, 浙江省作物病虫害生物学重点实验室, 农业部作物病虫害分子生物学重点实验室, 水稻生物学国家重点实验室, 杭州 310058; 2. 中国农业科学院植物保护研究所, 植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100193; 3. 中国农业科学院国家薯类作物研究中心, 北京 100193; 4. 新西兰林肯大学生物保护研究中心, 基督城 85084)

摘要 马铃薯木虱 *Bactericera cockerelli* 原产于美国的落基山脉以及墨西哥的北部地区, 是多种茄科作物的重大害虫。该虫自 21 世纪初在世界多国扩散, 并对当地茄科作物的生产带来重要影响, 严重发生时能造成马铃薯和番茄减产 85% 以上。除了马铃薯木虱自身的直接取食危害, 该虫传播的斑纹片病菌也加剧了其农产品的损害, 造成极大的经济损失。作为世界性毁灭害虫, 马铃薯木虱在我国尚未有分布, 但仍是我国茄科作物产业的巨大潜在威胁。本文概述了马铃薯木虱的生物学特性、地理分布、寄主作物范围、传播方式、危害特征、以及检疫和防控措施, 为该虫的有效防控提供参考。

关键词 马铃薯; 马铃薯木虱; 入侵害虫; 化学防治; 生物防治

The risk posed by the potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) an important invasive pest of solanaceous crops

HE Xiao-Li^{1**} EMILIANO Veronesi^{1, 4} WRATTEN Stephen^{1, 4}
ZHU Zeng-Rong¹ GAO Yu-Lin^{2, 3***} ZHOU Wen-Wu^{1***}

(1. Institute of Insect Sciences, Key Laboratory of Biology of Crop Pathogens and Insects of Zhejiang Province, Key Laboratory of Molecular Biology of Crop Pathogens and Insects, Ministry of Agriculture, State Key Laboratory of Rice Biology, Hangzhou 310058, China; 2. State Key Laboratory for Biology of Plant Disease and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 3. National Center of Excellence for Tuber and Root Crop Research, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 4. Bio-Protection Research Center, Lincoln University, Christchurch 85084, New Zealand)

Abstract The potato psyllid *Bactericera cockerelli* is native to the Rocky Mountains in the United States and northern Mexico and has had a major impact on solanaceous crops production. Severe outbreaks can reduce potato and tomato production by more than 85%. In addition to damaging plants by its feeding activity, the potato psyllid also transmits the important plant pathogen *Candidatus Liberibacter solanacearum*, which further increases the economic loss to growers. The potato psyllid has not yet been found in China but this international quarantine pest poses a major threat to China's Solanaceous crop industry. To promote the prevention and control of this important pest, this article introduces the species' biological characteristics, geographic distribution, host plant types, current distribution, crop damage symptoms, quarantine and current control strategies.

*资助项目 Supported projects: 国家重点研发计划 (2018YFD02008); 中央高校基本科研业务费专项资金 (2019FZA6013); 中国与埃及合作应用生态工程治理茄科作物的两种麦蛾科重大害虫 (番茄麦蛾和马铃薯块茎蛾) (2019C04007); 111 计划 (B17039)

**第一作者 First author, E-mail: xiaolihe@zju.edu.cn

***通讯作者 Co-corresponding authors, E-mail: wenwuzhou@zju.edu.cn; gaoyulin@caas.cn

收稿日期 Received: 2019-11-13; 接受日期 Accepted: 2019-11-25

Key words potato; potato psyllid; invasive pest; chemical control; biological control

以马铃薯、番茄、辣椒和烟草等植物为代表的茄科作物是世界广泛分布的重要经济作物。近年来,随着全球气候变化的加剧,耕作制度的变革,以及国际贸易的深入发展,茄科作物的害虫呈现出发生频率不断加快、发生面积迅速扩大、发生类型逐渐增多的态势。在我国,马铃薯块茎蛾 *Phthorimaea operculella*、马铃薯甲虫 *Leptinotarsa decemlineata*、二十八星瓢虫 *Henosepilachna vigintioctopunctata*、蓟马等害虫不仅已在局部地区暴发成灾,还呈现逐渐扩散的态势(高玉林等,2019)。而以马铃薯木虱 *Bactericera cockerelli* 和番茄潜叶蛾 *Tuta absoluta* 为代表的世界性毁灭害虫已在我国周边多个国家和地区发生并造成了重大经济损失,成为我国茄科作物产业的重大潜在威胁(冼晓青等,2019)。此外,马铃薯木虱还是重要茄科病害斑纹片病菌 *Candidatus Liberibacter solanacearum*

的主要传播媒介,该病菌不仅为害番茄和马铃薯的地上部,对地下部马铃薯块茎的产量和品质也有严重的影响(Liefting *et al.*, 2009 ;Munyaneza, 2015)。本文通过系统概述马铃薯木虱的生物学特性、地理分布、寄主作物范围、传播方式、危害特点、以及检疫和防控措施,为该虫的有效防控提供依据。

1 生物学特性

1.1 主要形态特征

马铃薯木虱的卵呈淡黄色,约 0.3 mm 长,形似美式橄榄球,依赖卵柄附着在植物叶片上(Crawford, 2013)(图 1:A)。其若虫期可以划分为 5 个龄期,若虫呈扁平的椭圆形,体侧的边缘有毛状结构。低龄若虫体表呈现橘黄色,高龄若虫有明显的翅芽并呈浅黄色(图 1:B),仅

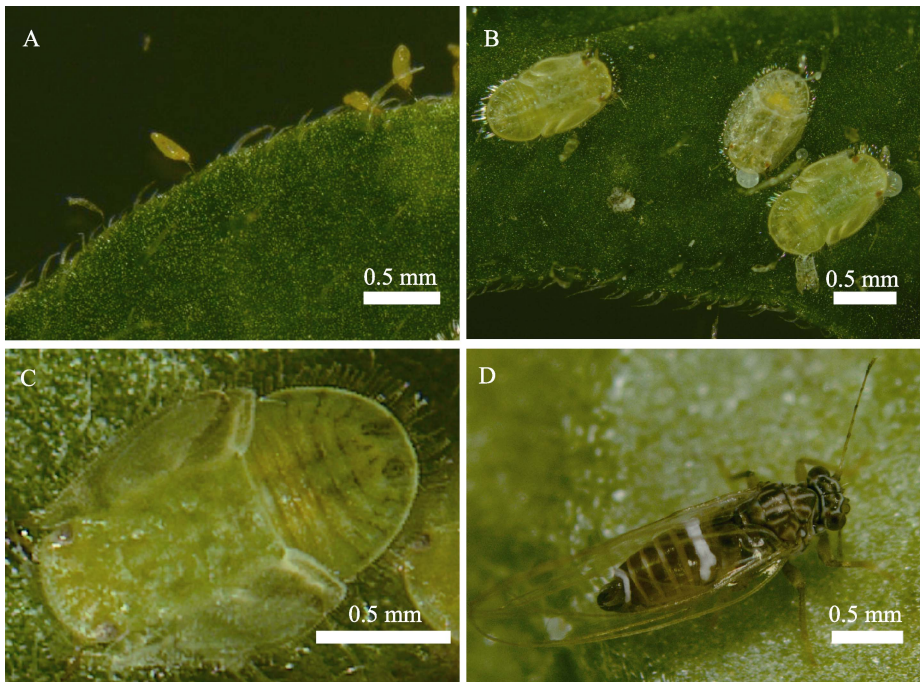


图 1 马铃薯木虱各阶段虫态
Fig. 1 Life stage of the potato psyllid
A. 卵; B. 4 龄若虫; C. 5 龄若虫; D. 成虫。
A. Eggs; B. 4th instar; C. 5th instar nymphs; D. Adults.

在 5 龄呈现淡绿色 (图 1 : C) (Dale and Nielsen, 2009), 眼呈红色。马铃薯木虱的若虫通常静息在叶表面, 但受外界干扰和刺激后会迅速移动。此外, 若虫排泄的蜜露易失水凝结成乳白色微珠, 因此叶片表面有大量的乳白色固体微珠也是判别马铃薯木虱的特征。成虫初羽化时呈浅绿色, 后呈黑色, 约 2 mm 长, 背部有灰白色条纹, 腹部背面的第一节有白色的“1”字形斑纹, 最后一节有白色的倒“V”字型斑纹 (图 1 : D), 这些形态特征可以作为物种鉴定的参考。成虫的后足发达, 具翅, 遇到威胁时能迅速跳跃或飞离 (Hodkinson, 1974 ; Tran *et al.*, 2012)。

1.2 发育历期和产卵特性

马铃薯木虱的发育历期受温度和寄主植物的影响较大, 27 °C 左右的环境温度较适合其生存和发育 (Tran *et al.*, 2012)。成虫产卵、卵孵化和幼虫期的存活率则在 32 °C 时下降, 并在 35 °C 时停止。若虫和成虫都比较耐低温胁迫, 前者在 -15 °C 能存活, 而后者在 -10 °C 温度下 24 h 后仍有 50% 的存活率。完成一个世代通常需要 3-5 周, 其卵期约 5 d, 若虫期约 15 d, 成虫羽化约 3 d 后开始产卵, 产卵期能持续超过 30 d, 单雌成虫最多能产约 500 粒卵 (Knowlton and Thomas, 1934 ; Hodkinson, 1974)。在田间, 该虫通常存在世代重叠。虽然该虫的卵在叶片表面的各部位均有发现分布, 但主要附着在下表皮和叶边缘 (Liu and Trumble, 2006)。

2 地理分布和种群遗传

2.1 地理分布

类似于其他半翅目害虫, 马铃薯木虱的翅和发达的后足有助于其进行中短距离的迁移, 而其自身的越冬能力也促进了其扩散。马铃薯木虱原产于美洲的中北部地区, 主要分布在美國的落基山脉以及墨西哥的北部地区 (Teulon *et al.*, 2009)。在 2000 年左右传入加利福尼亚西南部以及墨西哥。目前, 该昆虫已在美国 16 个州有分布, 并在该国中部地区的茄科作物上造成危害。

近年来, 在美洲, 该虫已扩散到加拿大的南部地区, 以及萨尔瓦多共和国, 危地马拉, 洪都拉斯、尼加拉瓜和厄瓜多尔等国家 (Munyanzeza *et al.*, 2007 ; Carmen and Daniel, 2019)。2005 年左右, 该虫在新西兰的番茄大棚中被发现, 随后, 新西兰附近的澳大利亚针对马铃薯木虱迅速采取了监控和应对措施, 但 2017 年在澳大利亚西部仍检测到了该虫的发生危害 (Walker *et al.*, 2015 ; Hodge *et al.*, 2018)。

2.2 种群遗传

对马铃薯木虱扩散历史的追踪分析有助于了解其传入途径。而对马铃薯木虱的一些分子遗传标记的研究, 如简单重复序列区间标记 (Inter-simple sequence repeat, ISSR)、线粒体基因细胞色素氧化酶 I (Cytochrome oxidase I, CO I) 和内转录间隔区 (Internal transcribed spacer 2, ITS2) 的鉴定, 更促进了对该虫在各分布地区种群的内在遗传关系的认识 (Liu *et al.*, 2012)。例如, 根据 CO I 的信息, 学者们判断新西兰的马铃薯木虱来源于美国西部。此外, 对各地区间的斑纹片病菌 *Candidatus Liberibacter* 的 16s rRNA、16s/23s ISR、50s rp1J 和 rp1L 核糖体蛋白基因的单核苷酸多态性的研究也佐证了其宿主马铃薯木虱新西兰种群可能来源于中北美洲西部地区的假说 (Powell *et al.*, 2012 ; Swisher *et al.*, 2012)。

3 寄主作物范围

虽然通常被称为马铃薯木虱或番茄木虱, 但该昆虫实际上的寄主包括多种植物。目前发现马铃薯木虱能够取食多达 13 个科的植物, 这些植物包括松科、柳科、蓼科、藜科、芸苔科、菊科、豆科、锦葵科、苋科、唇形科、禾本科、薄荷科和旋花科等 (Mustafa, 2014)。但该虫能完成完整世代的植物主要来自于茄科, 如马铃薯、番茄、青椒和茄子等作物, 其他科的植物可能只是作为临时的转移寄主 (Wallis, 1951)。此外, 一些野生的茄科杂草如地樱桃 *Physalis* spp.、龙葵 *Solanum nigrum*、刺萼茄 *Solanum rostratum*, 以

及枸杞 *Lycium halimifolium* 等也可以作为马铃薯木虱越冬的寄主植物 (Knowlton and Thomas, 1934)。此外, 马铃薯木虱也能在一些旋花科植物上完成世代, 如田旋花和甘薯等 (Puketapu and Roskrige, 2011)。

4 传播方式及危害特征

4.1 传播方式

马铃薯木虱在美洲地区的传播主要是由自然扩散和人类活动造成的。该虫主要在美国的南部地区 (如德克萨斯州、新墨西哥州、亚利桑那州和加利福尼亚州等) 以及墨西哥越冬, 由于其具有借助气流短途迁飞的能力, 能耐受短时间的低温, 且能取食多种杂草, 这些生物学特性促进了其在春季后期向美国北部和加拿大南部地区的扩散。由于新西兰与美洲在地理上的天然隔离, 马铃薯木虱传入新西兰通常被认为是人类活动的结果, 主要由于带虫的活体植物材料进入该国时缺乏检疫造成的 (Teulon *et al.*, 2009)。

马铃薯木虱是斑纹片病菌的主要传播媒介之一, 并且是该病菌在美国西部和新西兰扩散的重要途径。斑纹片病菌有很广泛的寄主植物和传播介体, 它能够在非茄科作物上发生, 也可以被其他的木虱介体携带, 但在马铃薯木虱分布的地区, 该昆虫是斑纹片病菌侵染马铃薯以及其他茄科作物的主要介体昆虫。马铃薯木虱的传病效率很高, 携带该病菌的单头马铃薯木虱成虫只要取食未受感染的马铃薯植株 6 h 左右, 即可完成传

毒 (Buchman *et al.*, 2011)。此外, 该病菌还可以垂直传播, 即通过马铃薯木虱成虫经卵传递给后代, 使其后代也具有传播该病菌的能力, 这一特性使得斑纹片病菌能够被更快速和大面积地传播 (Hansen *et al.*, 2008)。斑纹片病菌还可以通过感染的块茎进行传播 (Crosslin and Munyaneza, 2009), 如受其感染的马铃薯块茎新生的植株和块茎都是带菌体, 这增大了马铃薯木虱取食获毒的机会, 不利于茄科产业的发展 (Buchman *et al.*, 2011; Pitman *et al.*, 2011)。

4.2 危害特征

马铃薯木虱对作物的危害在严重的情况下, 对于农作物的生产是毁灭性的。马铃薯木虱成虫和若虫均可在植物韧皮部取食植物汁液造成危害, 受取食后的植物叶片会退绿黄化, 通常这个症状被称为“虱黄” (Psyllid yellow) (图 2: A, B) (Richard and Blood, 1933), 随后叶片会焦枯萎焉, 这可能与该虫唾液里面释放的能影响植物生长的一些信号物质有关 (Wallis, 1955), 这些信号物质的具体成分有待深入研究。

马铃薯木虱在取食时分泌的“蜜露”分泌物能快速失水, 并在马铃薯叶片上形成白色球状晶体, 称为“木虱糖” (图 2: C)。叶片上白色微珠状“木虱糖”是判断木虱为害的最显著的特征 (陈燕等, 2013)。由于马铃薯块茎的形成与匍匐茎内激素的平衡有关, 可以推测马铃薯木虱的危害可能通过影响植物激素的水平来影响块茎的生长发育。



图 2 被马铃薯木虱危害后植株叶片症状

Fig. 2 The symptom of potato psyllid infested potatoes

A. 马铃薯植株黄化退绿; B. 马铃薯植株焦枯死亡; C. 番茄叶片上形成白色晶体物质为“木虱糖”。

A. Chlorosis; B. Wilting and yellowing of leaves; C. Psyllid sugar on the leaf surface of tomato.

斑纹片病菌能侵染番茄、青椒、马铃薯、茄子、烟草、树番茄等茄科作物。受该病菌侵染后，马铃薯植株地上部症状表现为腋芽增生，叶片卷曲和紫化并快速枯焦死亡（Munyanzeza *et al.*, 2007；Lee, 2009）（图 3），地下部块茎内产生褐色斑纹，烟草受侵染后则表现为植株矮化和白化。斑纹片病菌的主要损害症状在地上部还包括引起植株矮化、促使植物萎黄褪绿（图 3）、叶

片变形和基部凹陷、新生叶和块茎发红、果实发育停滞。在地下部的症状则表现为马铃薯块茎数量增加、果实个体变小（图 4）、果实变形、块茎集中生长在茎的周围、块茎形状变异、以及块茎内部坏死和产生早芽等（Munyanzeza, 2012）。受斑纹片病菌侵害的块茎在油炸后，斑纹会更加明显，严重影响马铃薯的销售和市场（Munyanzeza, 2012；Munyanzeza, 2015）。



图 3 受斑纹病菌侵染后马铃薯植株地上部症状

Fig. 3 The aboveground symptoms of *Candidatus Liberibacter solanacearum* infection on potato plants

A. 马铃薯叶片黄化褪绿；B. 马铃薯叶片紫化，焦枯；C. 叶片枯焦死亡；D. 马铃薯腋芽增生。

A. Potato leaves yellowing; B. Potato leaves turn purple and wilting; C. Wilting and dying of leaves; D. Aerial tubers of infested potato plants.

5 检疫及防治措施

5.1 检疫措施

由于马铃薯木虱及其传播的斑纹片病菌的危害性，它们均已被列入欧洲和地中海植物保护组织（EPPO）的 A1 类检疫性有害生物，在国际贸易中也受到严格限制。鉴于此，有必要在我国严格执行相关的检验检疫措施，阻断该害虫及其传播病害的入侵。相关的检疫措施主要有：

（1）加强对茄科农产品的检验检疫。马铃薯木虱在 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 能存活，对源自于马铃薯木虱及斑纹片病菌疫区的茄科新鲜农产品原则上应禁止进口，对加工的产品也需经过严格检疫，特别是阻止带虫和带病的植物组织入境。

（2）加强对马铃薯木虱及斑纹片病菌疫区国家的人员出入境检疫。特别是在疫区的茄科作物大田有活动经历的人员要避免衣物上携带马铃薯木虱的虫体。



图 4 正常马铃薯块茎与受斑纹病菌侵染后的马铃薯块茎

Fig. 4 Normal potato tubers and *Candidatus Liberibacter solanacearum* infected potato tubers

图中左为正常马铃薯块茎, 右为受斑纹病菌侵染后马铃薯所结块茎。

On the left is the normal potato tubers; On the right is the *Candidatus Liberibacter solanacearum* infested potato tubers.

(3) 加强对马铃薯木虱及斑纹片病菌的入侵风险评估。一方面评估这类病虫害可能入侵我国的途径, 如追踪它们在周边国家以及有相关农产品贸易往来的国家的分部 and 扩散情况, 以促进检疫的完善; 另一方面要分析这类病虫害在我国可能的扩散途径, 提前准备应对和阻滞措施 (Gill, 2006)。

5.2 防治措施

5.2.1 化学防治 在马铃薯种植时, 选用内吸性杀虫剂如氨基甲酸酯类和有机磷酸酯类农药对处理块茎对马铃薯木虱具有较好的防控作用

(Radcliffe, 1982)。一些新烟碱类农药, 如吡虫啉、噻虫嗪和噻虫胺等对马铃薯木虱也具有有良好的控制作用 (Kuhar and Doughty, 2010)。此外, 阿维菌素、印楝素、噻虫嗪、乙基多杀菌素, 螺虫乙酯, 螺甲螨酯, 多杀菌素等农药也可用于防治马铃薯木虱 (Berry *et al.*, 2009)。

与对其他半翅目农业害虫的防治类似, 化学防治在控制马铃薯木虱也遇到了抗药性问题。在新西兰和墨西哥, 马铃薯的整个生长季, 用于防治该害虫的杀虫剂达 15-30 种 (Ramírez *et al.*, 2013; Walker *et al.*, 2015)。有研究表明, 田间的马铃薯木虱对吡虫啉的敏感性已有所降低 (Goolsby and Blake, 2007)。Szczepanice 等 (2019) 发现马铃薯木虱的田间种群对包括吡虫啉、噻嗪酮等杀虫剂在内多种农药均已表现出了不同程度的抗药性。

5.2.2 生物防治马铃薯木虱的天敌 虽然马铃薯木虱的成虫能被黄板吸引, 生物防治技术在若虫期效果表现更好。调查发现, 马铃薯木虱的天敌包括蜘蛛、半翅目蝽类、瓢虫以及寄生蜂等类群。如小花蝽 *Orius tristicolor*、西方大眼长蝽 *Geocoris pallens*、集栖瓢虫 *Hippodamia convergens*、木虱姬小蜂 *Tamarixia triozae*、捕食螨 *Amblydromalus limonicus* 和木虱阔柄跳小蜂 *Metaphycus psyllidis* 等, 但它们在新入侵地的防治效果还需进一步的评价 (Bulter and Trumble, 2012)。

在这些天敌昆虫中, 学界对木虱姬小蜂的防

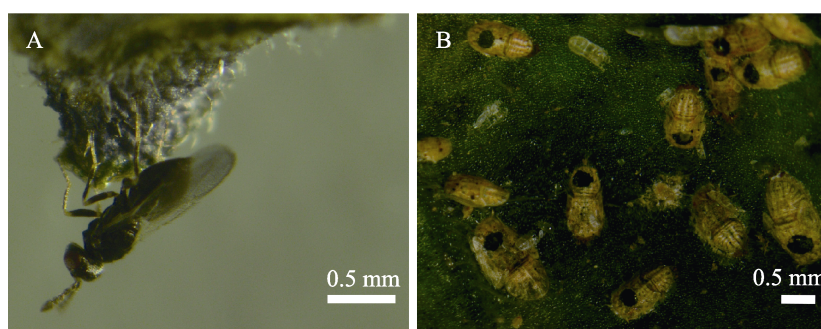


图 5 马铃薯木虱姬小蜂及其对马铃薯木虱 5 龄若虫的寄生

Fig. 5 *Tamarixia triozae* and its parasitism on 5th instar nymph of potato psyllid

A. 马铃薯木虱姬小蜂; B. 被木虱姬小蜂寄生的马铃薯木虱 5 龄若虫。

A. *Tamarixia triozae*; B. The 5th instar nymph damaged due to the parasitism of *Tamarixia triozae*.

控研究最多。木虱姬小蜂属于膜翅目姬小蜂科，为独居性昆虫，是马铃薯木虱若虫的外寄生天敌。木虱姬小蜂雌虫主要在马铃薯木虱 4 龄和 5 龄初期若虫产卵，偶尔也在 3 龄若虫期产卵。该寄生蜂的成虫会直接以寄主为食，从寄主身上获取营养物质和蛋白（图 5）（Yang *et al.*, 2015）。其中木虱姬小蜂对木虱的寄生率能达到 20%-80%，因此其具有在田间防治木虱的潜力（Rojas *et al.*, 2014）。由于马铃薯木虱及其传播病害的严重危害，新西兰已于 2017 年批准了从国外引进和释放木虱姬小蜂用于防治马铃薯木虱。除了寄生性天敌，一些捕食性天敌的控制作用也得到了研究。如草蛉 *Micromus tasmaniae*、食蚜蝇 *Melanostoma fasciatum*、太平洋拟猎蝽 *Nabis kingbergii*、十一星瓢虫 *Coccinella undecimpunctata* 和大斑瓢虫 *Harmonia conformis* 对马铃薯木虱均具有较好的防效。此外，多种天敌的综合运用对马铃薯木虱的控制也有较好的效果，如在番茄田中混合释放木虱姬小蜂和西方猎盲蝽 *Dicyphus hesperus* 比单独释放单种天敌具有更好的防效（Ramírez-Ahuja *et al.*, 2017）。

6 结论

茄科作物是我国重要的经济作物，伴随着马铃薯主粮化的实施，该科作物的重要性愈加凸显。然而，单种茄科作物种植面积的扩大也有利于对茄科作物有较强适应性的害虫的扩散和暴发。作为世界检疫性害虫，马铃薯木虱目前在我国尚未有分布，但仍是我国茄科作物产业的巨大潜在威胁。新西兰和澳大利亚等国在该重大入侵害虫的检疫上采取了严格的措施，积累的相关经验有助于推动我国制定和完善应对该害虫入侵的对策；基于马铃薯木虱对化学农药的抗药性日益凸显的现状以及国内对化学农药减施增效计划的实施，采用以生物防治为基础的综合绿色防治措施，如依赖多种天敌昆虫组合对其进行生物防治是马铃薯木虱防治的首选方案。因此，这些国家在对该入侵害虫及其传播斑纹病菌的防控上的经验，特别是利用天敌对马铃薯木虱进行生

物防控的措施值得我国植保研究的借鉴，为马铃薯木虱综合防控提供重要的参考依据。

参考文献 (References)

- Berry NA, Walker MK, Butler RC, 2009. Laboratory studies to determine the efficacy of selected insecticides on tomato/potato psyllid. *New Zealand Plant Protection*, 62(5): 145–151.
- Buchman JL, Sengoda VG, Munyaneza JE, 2011. Vector transmission efficiency of liberibacter by *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Trioizidae) in Zebra Chip potato disease: Effects of psyllid life stage and inoculation access period. *Journal of Economic Entomology*, 104(5): 1486–1495.
- Butler CD, Trumble JT, 2012. Identification and impact of natural enemies of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Trioizidae) in Southern California. *Journal of Economic Entomology*, 105(5): 1509–1519.
- Carmen ZF, Daniel B, 2019. First record of the tomato potato psyllid *Bactericera cockerelli* from South America. *Bulletin of Insectology*, 72(1): 85–91.
- Chen Y, Zhang XY, Chen M, 2013. Pest of potatoes—potato/tomato psyllid. *Plant Quarantine*, 27(4): 80–84. [陈燕, 张晓燕, 陈明, 2013. 马铃薯害虫——马铃薯/番茄木虱. 植物检疫, 27(4): 80–84.]
- Crawford DL, 1914. A monograph of the jumping plant-lice: Or Psyllidae, of the new world. US Government Printing Office, 85.
- Crosslin JM, Munyaneza JE, 2009. Evidence that the Zebra Chip disease and the putative causal agent can be maintained in potatoes by grafting and *in vitro*. *American Journal of Potato Research*, 86(3): 183–187.
- Dale PJ, Nielsen M, 2009. Main characteristics to distinguish *Bactericera cockerelli* from other psyllids in New Zealand. *New Zealand Plant Protection*, 62: 411.
- Gao YL, Xu J, Liu N, 2019. The current condition of potato diseases and pests outbreaks and control management in China. *Plant Protection*, 45(5): 106–111. [高玉林, 徐进, 刘宁, 2019. 我国马铃薯病虫害发生现状及其防治管理. 植物保护, 45(5): 106–111.]
- Gill G, 2006. Tomato psyllid detected in New Zealand. *Biosecurity*, 69: 10–11.
- Goolsby JA, Blake BJ, 2007. Seasonal abundance of sharpshooters, leafhoppers, and psyllids associated with potatoes affected by Zebra Chip disorder. *Subtropical Plant Science*, 59: 15–23.
- Hansen AK, Trumble JT, Stouthamer R, Paine TD, 2008. A new Huanglongbing species, "*Candidatus Liberibacter psyllaurosus*" found to infect tomato and potato, is vectored by the psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc). *Applied & Environmental Microbiology*, 74(18): 5862–5865.
- Hodge S, Bennett J, Merfield CN, Hofmann RW, 2018. Effects of sticky trap colour, UV illumination and within-trap variation on tomato potato psyllid captures in glasshouses. *New Zealand*

- Journal of Crop and Horticultural Science*, 47(1): 48–62.
- Hodkinson ID, 1974. The biology of the Psylloidea (Homoptera): A review. *Bulletin of Entomological Research*, 64(2): 325–338.
- Knowlton GF, Thomas WL, 1934. Host plants of the potato psyllid. *Journal of Economic Entomology*, 27(2): 547.
- Kuhar TP, Doughty H, 2010. Evaluation of foliar insecticides for the control of colorado potato beetle and potato leafhopper in potatoes in virginia, 2009. *Arthropod Management Tests*, 35(1): 1.
- Lee IM, 2009. Association of 'Candidatus Liberibacter solanacearum' with Zebra Chip disease of potato established by graft and psyllid transmission, electron microscopy, and PCR. *Plant Disease*, 93(6): 574–583.
- Liefting LW, Sutherland PW, Ward LI, Paice KL, Clover GRG, 2009. A new *Candidatus Liberibacter* species associated with diseases of solanaceous crops. *Plant Disease*, 93(3): 208–214.
- Liu D, Trumble JT, 2006. Ovipositional preferences, damage thresholds, and detection of the tomato-potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) on selected tomato accessions. *Bulletin Entomological Research*, 96(2): 197–204.
- Liu D, Trumble JT, Stouthamer R, 2012. Genetic differentiation between eastern populations and recent introductions of potato psyllid (*Bactericera cockerelli*) into western North America. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 37(4): 521–524.
- Munyanza JE, 2012. Zebra Chip disease of potato: Biology, epidemiology, and management. *American Journal of Potato Research*, 89(5): 329–350.
- Munyanza JE, 2015. Zebra Chip disease, *Candidatus Liberibacter*, and potato psyllid: A global threat to the potato industry. *American Journal of Potato Research*, 92(2): 230–235.
- Munyanza JE, Crosslin JM, Upton JE, 2007. Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) with "Zebra Chip" a new potato disease in southwestern United States and Mexico. *Journal of Economic Entomology*, 100(3): 656–663.
- Mustafa T, 2014. Comparative biology of potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae), haplotypes. Doctoral dissertation. Washington: Washington State University.
- Pitman AR, Drayton GM, Krabberger SJ, Russell AG, Ian AWS, 2011. Tuber transmission of 'Candidatus Liberibacter solanacearum' and its association with zebra chip on potato in New Zealand. *European Journal of Plant Pathology*, 129(3): 389–398.
- Powell CM, King J, Bextine BR, 2012. Cytochrome B sequences of potato psyllids, *Bactericera cockerelli* (Sulc) from North and Central America. *Southwestern Entomologist*, 37(4): 521–524.
- Radcliffe EB, 1982. Insect pest of potato. *Annual Review of Entomology*, 27(1): 173–204.
- Ramírez JF, Porcayocamargo E, Sánchez JR, 2013. Modelización de la distribución espacial de *Bactericera cockerelli* Sulc. (Hemiptera: Triozidae) en *Solanum tuberosum* L. (Solanales: Solanaceae). *Revista De La Facultad De Ciencias Agrarias*, 45(2): 13–27.
- Ramírez-Ahuja MDL, Rodríguez-Leyva E, Lomeli-Flores JR, Torres-Ruiz A, Guzman-Franco AW, 2017. Evaluating combined use of a parasitoid and a zoophytophagous bug for biological control of the potato psyllid, *Bactericera cockerelli*. *Biological Control*, 106: 9–15.
- Richards BL, Blood HL, 1933. Psyllid yellows of the potato. *Journal of Agricultural Research*, 46(3): 189–216.
- Rojas P, Rodríguez-Leyva E, Lomeli-Flores JR, Liu TX, 2014. Biology and life history of *Tamarixia triozae*, a parasitoid of the potato psyllid *Bactericera cockerelli*. *BioControl*, 60(1): 27–35.
- Puketapu A, Roskrige N, 2011. The tomato-potato psyllid lifecycle on three traditional Maori food sources. *Agronomy New Zealand*, 41: 167–173.
- Swisher KD, Munyanza JE, Crosslin JM, 2012. High resolution melting analysis of the cytochrome oxidase I gene identifies three haplotypes of the potato psyllid in the United States. *Environmental Entomology*, 41(4): 1019–1028.
- Szczepaniec A, Varela KA, Kiani M, Paetzold L, Rush MC, 2019. Incidence of resistance to neonicotinoid insecticides in *Bactericera cockerelli* across Southwest U. S. *Crop Protection*, 116: 188–195.
- Teulon DAJ, Workman PJ, Thomas KL, Nielsen MC, 2009. *Bactericera cockerelli*: Incursion, dispersal and current distribution on vegetable crops in New Zealand. *New Zealand Plant Protection*, 62: 136–144.
- Tran LT, Worner SP, Hale RJ, Teulon DAJ, 2012. Estimating development rate and thermal requirements of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) reared on potato and tomato by using linear and nonlinear models. *Environmental Entomology*, 41(5): 1190–1198.
- Walker GP, MacDonald FH, Wright PJ, Puketapu AJ, Gardner-Gee R, Connolly PG, 2015. Development of action thresholds for management of *Bactericera cockerelli* and Zebra Chip disease in potatoes at Pukekohe, New Zealand. *American Journal of Potato Research*, 92(2): 266–275.
- Wallis RL, 1951. Potato psyllid selection of host plants. *Journal of Economic Entomology*, 44(5): 815–817.
- Wallis RL, 1955. Ecological studies on the potato psyllid as a pest of potatoes. Washington, D. C.: United States Department of Agricultural. 1–25.
- Xian XQ, Zhang GF, Liu WX, Wan FH, 2019. Risk assessment of the invasion of the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) into China. *Journal of Plant Protection*, 46(1): 49–55. [洗晓青, 张桂芬, 刘万学, 万方浩, 2019. 世界性害虫番茄潜麦蛾入侵我国的风险分析. 植物保护学报, 46(1): 49–55.]
- Yang XB, Campos-Figueroa M, Silva A, Henne DC, 2015. Functional response, prey stage preference, and mutual interference of the *Tamarixia triozae* (Hymenoptera: Eulophidae) on tomato and bell pepper. *Journal of Economical Entomology*, 108(2): 414–424.