

天津市混栽梨园中不同品种梨树上中国梨喀木虱的发生规律

白鹏华¹ 刘宝生^{1*} 刘奇志^{2*} 谷希树¹ 胡瑞瑞¹ 于金萍¹

(1. 天津市农业科学院植物保护研究所, 天津 300384; 2. 中国农业大学植物保护学院, 北京 100193)

摘要: 为明确梨木虱在不同品种梨树上的发生规律, 于2015—2016年对天津市混栽梨园中3个品种梨树上中国梨喀木虱 *Cacopsylla chinensis* 的周年发生情况进行调查。结果表明, 中国梨喀木虱冬型成虫在早酥梨树上的出现日期为2月底, 在黄冠和晚秋黄梨树上的出现日期为3月上旬至中旬。3月中下旬始见第1代卵, 4月上旬达高峰期, 4月下旬孵化为若虫并达到高峰期, 4月底至5月初始见第1代夏型成虫, 5月上旬至下旬达高峰期; 5月下旬第2代若虫孵化, 6月初达高峰期, 中旬成虫羽化, 下旬成虫达高峰期; 6月底至7月初第3代若虫陆续出现, 7月上旬至下旬达高峰期, 下旬成虫羽化; 8月上旬第4代若虫出现, 中下旬达高峰期; 9月中旬第5代若虫出现, 月底达高峰期。早酥梨树上中国梨喀木虱发生高峰期的数量显著高于黄冠和晚秋黄梨树上的数量, 晚秋黄梨树上1、2代的发生量显著高于黄冠梨树上的发生量。

关键词: 中国梨喀木虱; 发生规律; 不同品种梨树; 梨木虱发生量

Investigation of the occurrence regularity of *Cacopsylla chinensis* on different pear cultivars in multi-cultivar pear orchards in Tianjin

BAI Penghua¹ LIU Baosheng^{1*} LIU Qizhi^{2*} GU Xishu¹ HU Ruirui¹ YU Jinping¹

(1. Institute of Plant Protection, Tianjin Academy of Agricultural Sciences, Tianjin 300384, China;

2. College of Plant Protection, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract: In order to master occurrence the regularity of *Cacopsylla chinensis* in multi-cultivar pear orchards of Tianjin, the population dynamics of *C. chinensis* on three pear cultivars were investigated in Tianjin during 2015—2016. The results showed that winter-type adults emerged in late February on Zaosu cultivar and in early to mid-March on Huangguan and Wanqiu Huangli cultivars. The eggs of 1st generation appeared in mid- to late March and peaked in early April; the nymphs appeared in late April and peaked subsequently, and the adults of the 1st generation emerged in late April to early May and peaked in the whole May. The nymphs of 2nd generation appeared in late May and peaked in early June, and the adults appeared in middle June and subsequently peaked in late June. The nymphs of 3rd generation appeared in late June and early July and peaked in early and mid-July, and the adults subsequently emerged in late July. The nymphs of 4th generation appeared in early August and peaked in mid- and late August, and the nymphs of 5th generation appeared in mid-September and peaked in late September. The number of *C. chinensis* on Zaosu cultivar was higher than on other cultivars during peak periods. The number of 1st and 2nd generations on Wanqiu Huangli cultivar was higher than on Huangguan cultivar.

基金项目: 国家现代农业(梨)产业技术体系(CARS-28-18), 天津市现代产业技术体系-林果-安全质控岗位(ITTFPRS2018008), 天津市农业科技成果转化与推广项目(201704010)

* 通信作者 (Authors for correspondence), E-mail: 13207529650@163.com, lqzzyx163@163.com

收稿日期: 2020-01-22

Key words: *Cacopsylla chinensis*; occurrence regularity; different pear cultivars; amount of *C. chinensis*

梨树在我国栽培历史悠久,种植区域广泛,据统计2018年我国梨树栽培面积为 $943.42 \times 10^3 \text{ hm}^2$,年产量可达1 607.8万t,仅次于柑橘和苹果,居水果类第3位(<http://data.stats.gov.cn/>)。病虫害严重制约我国梨产业的发展,其中发生普遍且为害较重的害虫主要有中国梨喀木虱 *Cacopsylla chinensis*、梨小食心虫 *Grapholita molesta* 和梨茎蜂 *Janus piri* 等。其中,中国梨喀木虱主要通过刺吸叶、嫩梢和果实造成直接为害或传播病原微生物造成间接为害(Shaltiel-Harpaz et al., 2014; 赵龙龙等, 2018),降低果品品质,造成严重的经济损失。中国梨喀木虱的防控目前仍以化学防治为主,尤其在该虫害发生比较严重的梨园,每年用药10次甚至更多,造成了农药残留和害虫抗药性等系列问题,不利于梨木虱的长期防控(白鹏华等, 2017)。因此,为及时扭转过分依赖化学农药的局面,提高害虫防治效果和保护生态环境,开发更为有效的非化学防控技术手段迫在眉睫。

在农业生产中了解害虫对寄主植物的选择特点及其在不同植物上的发生规律,有助于实施精准防治和调控,可为防控农业害虫和制定相应对策提供重要参考。近年来,基于植食性昆虫对不同寄主植物品种的选择偏好性,抗虫品种的利用成为害虫防治最为安全且经济有效的措施之一。如Ahmed et al. (2019)发现桃蚜 *Myzus persicae* 对不同甘蓝品种存在抗性差异;赵艳群等(2012)发现B型烟粉虱 *Bemisia tabaci* 成虫对黄椭圆和金妃番茄的选择性较强;Fancelli et al. (2018)研究结果表明柑橘木虱 *Diuraphis citri* 雌成虫对芸香科寄主植物甜橙的选择性高于其它寄主植物品种;且取食不同寄主植物对柑橘木虱的发育和繁殖有显著影响(任素丽等, 2018; Felisberto et al., 2019),进而造成柑橘木虱种群分化(Meng et al., 2018)。目前,尚未见有关梨木虱对不同品种梨的选择性及在不同梨品种上发生规律的研究报道。

天津市梨树生产大多采用早熟、中熟和晚熟品种搭配栽培,其中西青区栽培品种主要是早酥-黄冠-晚秋黄梨。而中国梨喀木虱对这3个梨品种是否存在选择偏好性以及发生规律是否一致尚不清楚,为此,本研究拟开展该害虫在天津市混栽梨园中不同品种梨树上的发生规律及发生量的调查,以期多品种混栽梨园中中国梨喀木虱的精准防控提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试梨品种:混栽梨园位于天津市西青区大柳滩村,土壤类型为砂壤土,试验区土质基本一致,每年春季穴施腐熟有机肥,早熟品种早酥、中熟品种黄冠、晚熟品种晚秋黄梨配套栽培,树龄均为20年。果园南部种植早酥,中部种植黄冠,北部种植晚秋黄梨。早酥和黄冠树高2.5~3.0 m,树冠较大,株行距为1.0 m×2.4 m;晚秋黄梨树高1.5~2.0 m,树冠较小,株行距为1.0 m×2.4 m。3个品种的萌芽期均为3月中下旬,花期为4月初至4月中下旬。早酥果实成熟期为7月中旬,果实卵圆形呈青绿色;黄冠果实成熟期为8月中旬,果实椭圆形呈乳黄色;晚秋黄梨果实成熟期为9月底至10月初,果实扁圆形呈金黄色。梨园套袋栽培,自然生草,定期人工除草,梨树结果期人工疏果。该梨园梨木虱发生严重,每年化学用药8~10次,果园天敌种类较少,以瓢虫和草蛉为主。

1.2 方法

于2015年和2016年的2月24日至10月14日采用直接观察法进行中国梨喀木虱发生动态调查。于试验区混栽梨园内每个品种种植区选取中间4行树进行调查,行长为128 m。每个品种调查面积为768 m²,不同品种之间至少间隔10 m。每5~7 d调查1次梨树上中国梨喀木虱各个虫态的发生量,2015年和2016年均调查了32次,2年间共调查了64次。每次调查时,每个品种随机选取10株梨树,选择东、西、南、北4个方位上2根20 cm长的幼嫩枝条进行调查,枝条距地面1.2~1.5 m。其中,2015年和2016年的2—4月,调查混栽梨园3个品种梨树幼嫩枝条上冬型成虫的出蛰期;3—5月用放大镜调查3个品种枝条基部刻痕及花芽等处中国梨喀木虱卵的数量;4—10月调查3个品种叶柄、叶片背面和正面上中国梨喀木虱若虫的发生动态,同时调查主要分布在叶片正面和背面上的夏型成虫发生动态。

1.3 数据分析

数据采用Excel 2007和SPSS 17.0软件进行统计分析,采用Tukey法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 中国梨喀木虱冬型成虫在不同品种梨树上的发生动态

2015年2月26日第1次调查时,即在早酥枝条

上观察到中国梨喀木虱冬型成虫。3月5日和18日分别在黄冠和晚秋黄梨枝条上发现冬型成虫。至3月18日早酥和黄冠枝条上的冬型成虫数量均达最高,早酥枝条上的数量极显著高于黄冠和晚秋黄梨枝条上的数量($F=158.8$; $df=2$; $P<0.01$)。4月10日后黄冠和晚秋黄梨枝条上未见冬型成虫,4月15日后早酥枝条上未见冬型成虫。整个观察期,冬型成虫在

晚秋黄梨枝条上的数量最少(图1)。

2016年2月24日在早酥枝条上发现冬型成虫,3月4日在黄冠和晚秋黄梨枝条上发现冬型成虫。早酥、黄冠和晚秋黄梨枝条上的冬型成虫数量分别在3月4日、11日和24日达到最高,分别为每8根枝条上有9.2、3.6和1.0头。4月14日后梨树枝条上未见冬型成虫(图1)。

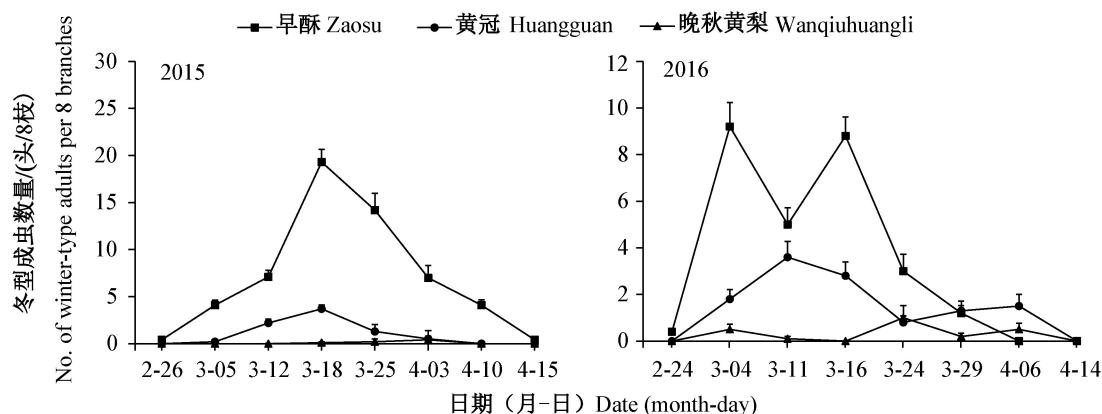


图1 天津市混栽梨园中国梨喀木虱冬型成虫的发生动态

Fig. 1 Dynamics of winter-type adults of *Cacopsylla chinensis* in multi-cultivar pear orchards in Tianjin City

图中数据为平均数±标准误。Data are mean±SE.

2.2 中国梨喀木虱冬型成虫在不同品种梨树上的产卵动态

2015年田间调查发现,3月中旬(3月18日)冬型成虫开始产卵,4月上旬(4月10日)达到产卵高峰期。冬型成虫产卵高峰期在早酥梨树上的产卵量最高,每8根枝条上有294.0粒,其次为晚秋黄梨,黄冠最低,每8根枝条上分别有183.8粒和104.3粒(图2)。

2016年3月下旬(3月24日)冬型成虫开始产卵,3月底(3月29日)在早酥枝条上的产卵量达最高,每8根枝条上有149.4粒,随后在4月上旬(4月6日)黄冠和晚秋黄梨枝条上冬型成虫的产卵量达到最高,每8根枝条上分别有80.5粒和114.0粒(图2)。2年田间调查显示4月27日后梨树枝条上的卵全部孵化。

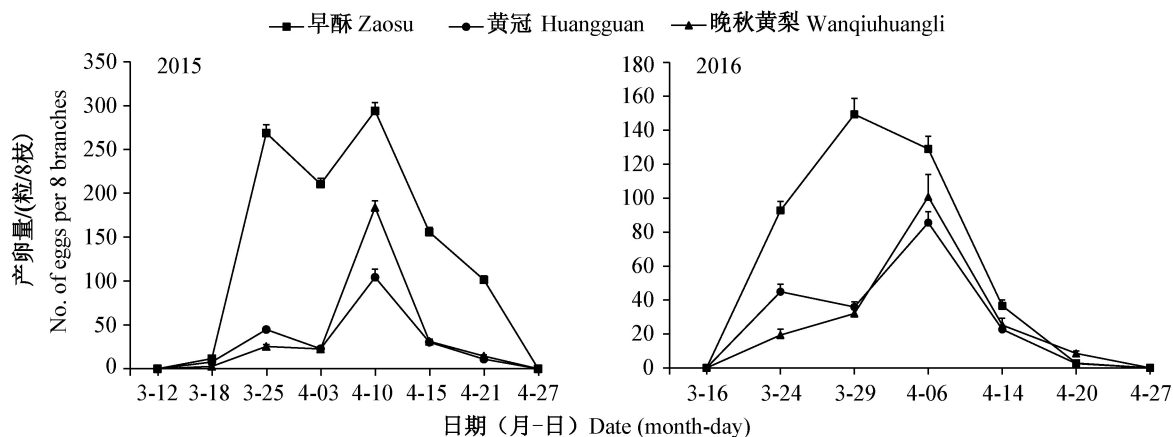


图2 天津市混栽梨园中国梨喀木虱冬型成虫的产卵动态

Fig. 2 Oviposition dynamics of winter-type adults of *Cacopsylla chinensis* in multi-cultivar pear orchards in Tianjin City

图中数据为平均数±标准误。Data are mean±SE.

2.3 中国梨喀木虱若虫在不同品种梨树上的发生动态

2015年,4月21日发现第1代若虫,4月27日早酥和晚秋黄梨枝条上的若虫数量达到最高,5月4日黄冠枝条上的若虫数量达到高峰;5月下旬(5月25日)

出现第2代若虫,6月初达高峰期,6月1日黄冠和晚秋黄梨枝条上第2代若虫数量达到高峰,6月8日早酥枝条上第2代若虫数量达到高峰;7月上旬(7月7日)第3代若虫开始出现,至下旬7月20日早酥和

黄冠枝条上第3代若虫数量达到高峰;第4代若虫于8月上旬开始出现,早酥和黄冠枝条上的若虫数量于8月20日达到高峰,晚秋黄梨枝条上的若虫数量于8月24日有个小高峰;9月中旬第5代若虫开始出现,3个品种梨树上的若虫于本月底达到高峰期。其中,早酥、晚秋黄梨和黄冠每8根枝条上的1代若虫数量最高分别为66.3、7.8和4.5头,2代若虫数量最高分别为47.2、31.5和7.0头,3代若虫数量最高分别为27.8、3.3和7.8头,4代若虫数量最高分别为47.8、1.0和8.8头,5代若虫数量最高分别为35.3、5.5和2.5头(图3)。

2016年,4月20日发现了第1代若虫,下旬(4月27日)早酥和晚秋黄梨枝条上的若虫数量达到最高;5月下旬(5月20日)出现第2代若虫,6月初(6月2日)第2代若虫达到高峰期;6月底第3代若虫开始出现,7月上旬(7月7日)第3代若虫达到高峰期;由于虫口密度过低和世代重叠现象,未能推出第4、5代若虫的发生动态。其中,早酥、晚秋黄梨和黄冠每8根枝条上的1代若虫数量最高分别为34.0、20.2和11.5头,2代若虫数量最高分别为126.6、82.8和41.0头,3代若虫数量最高分别为45.2、1.0和9.8头,第4、5代若虫数量较少(图3)。

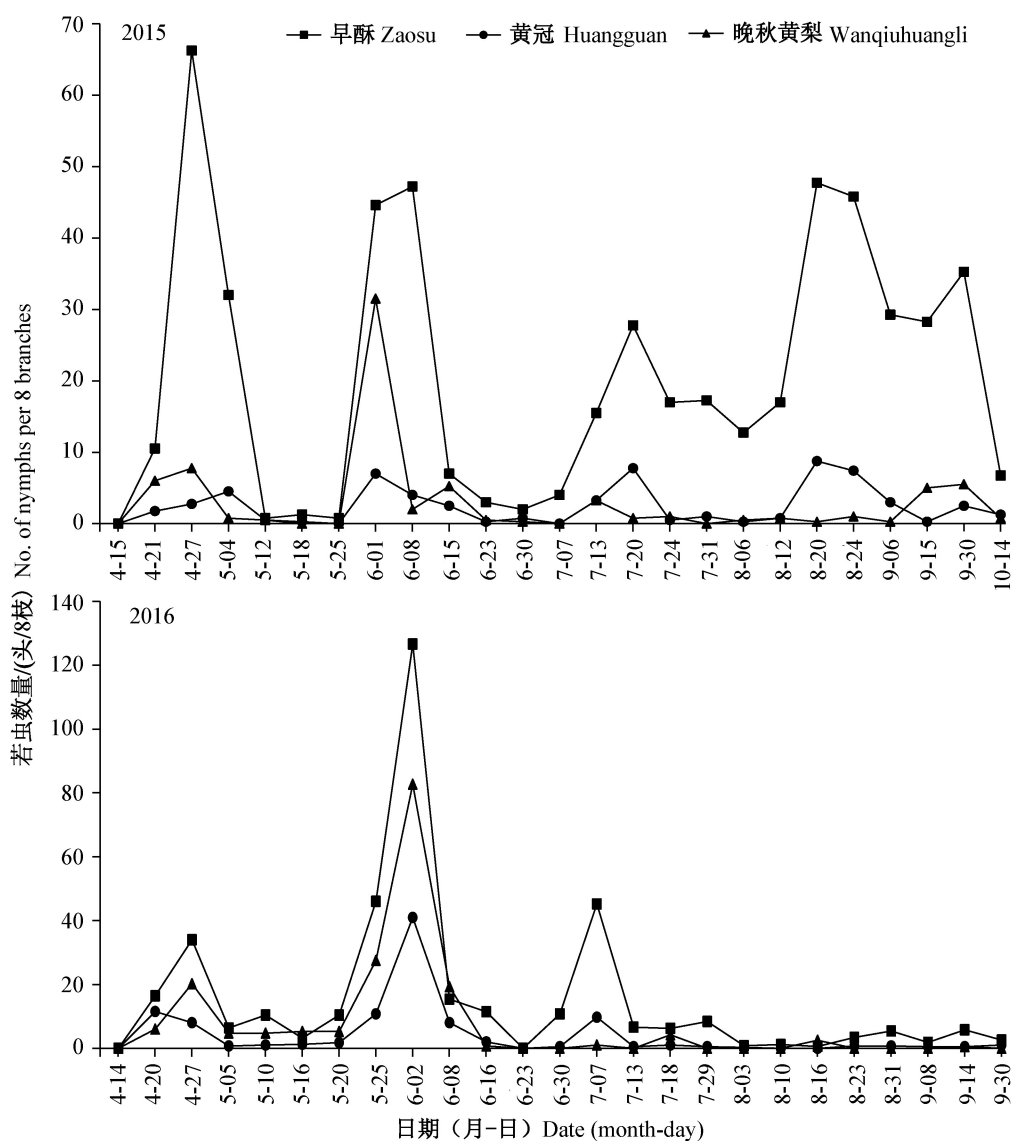


图3 天津市混栽梨园中国梨喀木虱若虫的发生动态

Fig. 3 Nymphal dynamics of *Cacopsylla chinensis* in multi-cultivar pear orchards in Tianjin City

图中数据为平均数±标准误。Data are mean±SE.

2.4 中国梨喀木虱夏型成虫在不同品种梨树上的发生动态
2015年,5月初(5月4日)第1代若虫开始陆续

羽化为第1代夏型成虫,至上旬5月12日第1代夏型成虫数量达到最高;6月中旬(6月15日)第2代若虫

开始羽化为成虫,6月15日当天黄冠枝条上第2代夏型成虫羽化数量最多,6月下旬晚秋黄梨和早酥枝条上第2代夏型成虫达到高峰期;7月下旬为第3代夏型成虫羽化历期;第4、5代夏型成虫的发生量均较低。其中,早酥、晚秋黄梨和黄冠每8根枝条上的1代夏型成虫数量最高分别为29.6、17.8和10.3头,2代夏型成虫数量最高分别为19.8、8.5和6.8头,3代夏型成虫数量最高分别为11.5、2.0和4.0头(图4)。

2016年,4月底(4月27日)第1代若虫陆续羽化为第1代夏型成虫,晚秋黄梨、黄冠和早酥枝条上的夏型成虫数量分别于5月10日、16日和25日达到最高;6月中旬(6月16日)第2代若虫开始羽化为成虫,至下旬6月23日第2代夏型成虫羽化达到高峰期;第3、4、5代夏型成虫的发生量较低。其中,早酥、晚秋黄梨和黄冠每8根枝条上的1代夏型成虫数量最高分别为44.2、14.6和13.0头,2代夏型成虫数量最高分别为6.4、7.3和4.8头(图4)。

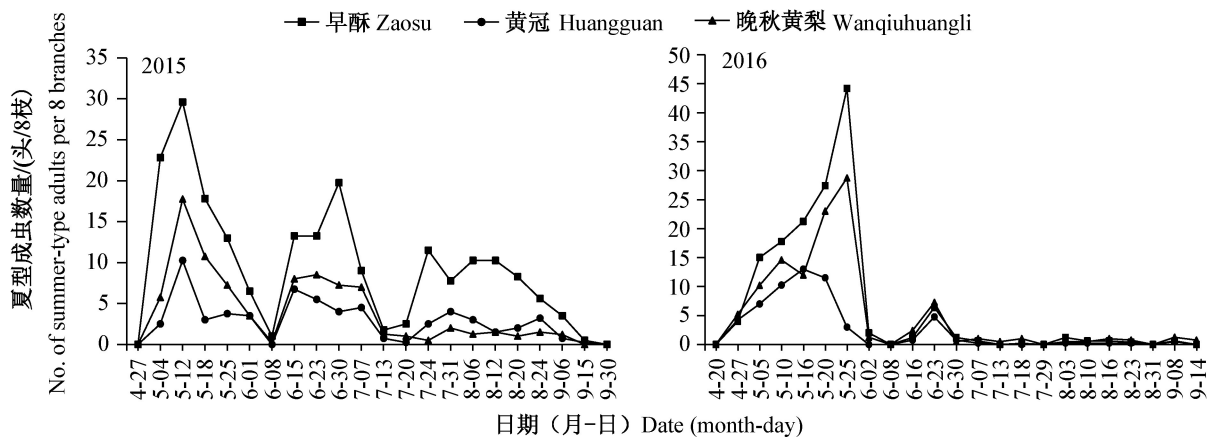


图4 天津市混栽梨园中国梨喀木虱夏型成虫的发生动态

Fig. 4 Dynamics of summer-type adults of *Cacopsylla chinensis* in multi-cultivar pear orchards in Tianjin City

图中数据为平均数±标准误。Data are mean±SE.

2.5 中国梨喀木虱在不同品种梨树上的全年发生量

2015—2016年,中国梨喀木虱冬型成虫在早酥梨树上的全年发生量分别为每8根枝条56.6头和27.6头,是黄冠梨树上全年发生量的2.4~7.0倍,晚秋黄梨树上的全年发生量最低(表1)。冬型成虫在早酥枝条上的产卵量最高,是黄冠和晚秋黄梨枝条

上产卵量的2.0~4.7倍。早酥梨树上若虫的全年发生量是黄冠和晚秋黄梨树上的2.1~8.5倍。夏型成虫主要分布在早酥梨树上,其全年发生量是黄冠和晚秋黄梨树上的1.3~3.4倍(表1)。2015—2016年的田间数据表明,冬型成虫产卵、若虫及夏型成虫在晚秋黄梨树上的分布量略高于在黄冠梨树上的分布量。

表1 天津市混栽梨园3个品种梨树上中国梨喀木虱的全年发生量

Table 1 Total amounts of *Cacopsylla chinensis* on three pear cultivars in multi-cultivar pear orchards in Tianjin City

栽培品种 Cultivar	2015年各虫态发生量/(头/8枝) Total amount of <i>Cacopsylla chinensis</i> per 8 branches in 2015			
	冬型成虫数量	冬型成虫产卵量	若虫数量	夏型成虫数量
	No. of winter-type adults	Oviposition of winter-type adult	No. of nymphs	No. of summer-type adults
早酥 Zaosu	56.6	1 041.8	519.6	207.8
黄冠 Huangguan	7.9	220.8	60.9	62.0
晚秋黄梨 Wanqiu Huangli	0.7	280.4	73.5	87.2
栽培品种 Cultivar	2016年各虫态发生量/(头/8枝) Total amount of <i>Cacopsylla chinensis</i> per 8 branches during 2016			
	冬型成虫数量	冬型成虫产卵量	若虫数量	夏型成虫数量
	No. of winter-type adults	Oviposition of winter-type adult	No. of nymphs	No. of summer-type adults
早酥 Zaosu	27.6	410.6	379.0	144.6
黄冠 Huangguan	11.8	191.6	102.0	57.0
晚秋黄梨 Wanqiu Huangli	2.3	185.9	184.7	112.4

3 讨论

自20世纪50年代起,国内育成了早酥、黄冠、中梨1号和玉露香等优良梨品种,极大推动了我国梨产业的发展,丰富了早熟、中熟和晚熟品种的结构搭配(张绍铃和谢智华,2019)。天津市西青区梨园配比品种以早酥、黄冠和晚秋黄梨为主,因此本研究于2015—2016年连续2年对天津市多品种混栽梨园中国梨喀木虱种群周年发生动态展开调查,发现冬型成虫在早酥梨树上出现日期为2月底,在黄冠和晚秋黄梨树上出现日期为3月上旬至中旬;3月中下旬始见第1代卵,4月下旬孵化为若虫,4月底至5月初始见第1代夏型成虫;5月下旬第2代若虫孵化,中旬成虫羽化,6月下旬成虫达高峰期;6月底至7月初第3代若虫陆续出现,7月下旬成虫羽化;8月上旬第4代若虫出现;9月中旬第5代若虫出现,月底达高峰期。中国梨喀木虱在天津市混栽梨园的发生规律与北京市、山西省太谷县的田间调查结果基本一致(张航等,2015;张婷等,2015;赵龙龙等,2019)。本研究结果可为中国梨喀木虱的田间精准防控提供基础数据。

昆虫在搜索和定位寄主的过程中,主要依靠嗅觉信息寻找寄主。植物挥发物在昆虫寄主定位、取食和产卵等过程中扮演着重要角色(Guo & Wang, 2019;李晓峰等,2020)。有研究表明木虱科昆虫也是通过嗅觉远距离定位寄主植物,如银合欢木虱 *Heteropsylla cubana* 通过识别不同寄主植物的化学信号物质特异性选择敏感寄主植物银合欢(Lapis & Borden, 1993),柑橘木虱成虫对释放萜烯类化合物(*E*)-4,8-二甲基-1,3,7-壬三烯((*E*)-3,8-dimethyl-1,4,7-nonatriene, DMNT)和(*E,E*)-4,8,12-三甲基-1,3,7,11-十三碳四烯((*E,E*)-4,8,12-trimethyltrideca-1,3,7,11-tetraene, TMTT)的寄主植物选择率较低(Fancelli et al., 2018)。本研究结果表明,早酥梨树上中国梨喀木虱各虫态在发生高峰期的虫口数量高于黄冠和晚秋黄梨树上的虫口数量,该结果与乔晓芳(2017)报道一致,即早酥梨树上梨木虱发生数量最多且是黄冠梨树上发生量的1.7倍。由于中国梨喀木虱成虫跳跃能力较强,若虫的主动迁移能力差,因此成虫更偏向于长距离选择喜食寄主植物。如Xu et al. (2019)报道中国梨喀木虱感受挥发物的大量气味受体基因在成虫中的表达量高于若虫,进一步证明了中国梨喀木虱成虫主要参与识别寄主并选择适宜的寄主植物进行交配、产卵等生命

活动。

昆虫和其寄主植物经过长期的相互作用、相互选择形成了复杂的寄生关系,不同的寄主植物营养物质与防御反应的差异显著影响昆虫的生长发育和繁殖(Plessis et al., 2012;杨金键等,2017)。Hasanuzzaman et al. (2018)发现烟粉虱高感茄子叶片中的氮元素、氨基酸和葡萄糖含量较高,而水分含量较低,而烟粉虱抗性品种叶片中的酚类物质含量很高,导致烟粉虱在高感品种上生长发育较快,存活率高,种群密度大。任素丽等(2018)等报道不同寄主植物对柑橘木虱产卵量影响较大,可能与寄主植物嫩梢的营养水平差异有关。本研究结果显示,中国梨喀木虱在不同品种梨树上的发生量存在差异,推测也与不同品种梨树的营养差异密切相关。

本研究比较了天津市混栽梨园3个品种梨树上中国梨喀木虱发生规律和发生量的差异,掌握了中国梨喀木虱在天津市西青区的全年发生动态,同时发现早酥品种是梨木虱最喜食的寄主植物。研究结果对科学预判中国梨喀木虱在不同寄主植物上的发生时期和为害程度、科学制定综合治理措施具有参考价值。

参 考 文 献 (References)

- AHMED N, DARSHANEE HLC, KHAN IA, ZHANG ZF, LIU TX. 2019. Host selection behavior of the green peach aphid, *Myzus persicae*, in response to volatile organic compounds and nitrogen contents of cabbage cultivars. *Frontiers in Plant Science*, 10: 79
- BAI PH, LIU QZ, LIU BS, FENG YR, LIU CY. 2017. Soil nematode community and soil properties in pear orchards as affected by frequent applications of pesticides. *Journal of Fruit Science*, 34 (6): 715–722 (in Chinese) [白鹏华, 刘奇志, 刘宝生, 冯友仁, 刘春艳. 2017. 多次施用化学农药对梨园土壤线虫群落结构及土壤理化性质的影响. *果树学报*, 34(6): 715–722]
- FANCELLI M, BORGES M, LAUMANN RA, PICKETT JA, BIRKETT MA, BLASSIOLI-MORAES MC. 2018. Attractiveness of host plant volatile extracts to the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, is reduced by terpenoids from the non-host cashew. *Journal of Chemical Ecology*, 44(4): 397–405
- FELISBERTO PA, GIRARDI EA, PENA L, FELISBERTO G, BEATTIE GA, LOPES SA. 2019. Unsuitability of indigenous South American Rutaceae as potential hosts of *Diaphorina citri*. *Pest Management Science*, 75(7): 1911–1920
- GUO H, WANG CZ. 2019. The ethological significance and olfactory detection of herbivore-induced plant volatiles in interactions of plants, herbivorous insects, and parasitoids. *Arthropod-Plant Interactions*, 13(2): 161–179

- HASANUZZAMAN ATM, ISLAM MN, LIU FH, CAO HH, LIU TX. 2018. Leaf chemical compositions of different eggplant varieties affect performance of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) nymphs and adults. *Journal of Economic Entomology*, 111(1): 445–453
- LAPIS EB, BORDEN JH. 1993. Olfactory discrimination by *Heteropsylla cubana* (Homoptera: Psyllidae) between susceptible and resistant species of *Leucaena* (Leguminosae). *Journal of Chemical Ecology*, 19(1): 83–90
- LI XF, CAO YZ, YIN J, ZHANG S, LI JQ, LI KB. 2020. Prescription screening and trapping effect of plant volatile attractants to northern China scarab beetle *Holotrichia obliata*. *Journal of Plant Protection*, 47(1): 35–45 (in Chinese) [李晓峰, 曹雅忠, 尹姣, 张帅, 李金桥, 李克斌. 2020. 华北大黑鳃金龟植物源引诱剂配方筛选及引诱效果. *植物保护学报*, 47(1): 35–45]
- MENG LX, WANG YM, WEI W HW, ZHANG HY. 2018. Population genetic structure of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae): host-driven genetic differentiation in China. *Scientific Reports*, 8(1): 1473
- PLESSIS HD, BYRNE MJ, VAN DEN BERG J. 2012. The effect of different host plants on the reproduction and longevity of *Nysius natalensis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 145(3): 209–214
- QIAO XF. 2017. Preliminary study on the mechanism of pear varieties resistance to *Cacopsylla chinensis* and the evaluation of the application of integrated control techniques for low resistant varieties. Master Thesis. Beijing: China Agricultural University (in Chinese) [乔晓芳. 2017. 抗梨木虱梨树品种机理初探及低抗性品种综合防控技术应用评价. 硕士学位论文. 北京: 中国农业大学]
- REN SL, OU D, ZHANG LH, SANG W, JI QH, QIU BL. 2018. Effects of different host plants on the development and reproduction of the Asian citrus psyllid *Diaphorina citri*. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 55(4): 602–607 (in Chinese) [任素丽, 欧达, 张利荷, 桑文, 吉前华, 邱宝利. 2018. 不同寄主植物对柑橘木虱发育和繁殖的影响. *应用昆虫学报*, 55(4): 602–607]
- SHALTIEL-HARPAZ L, SOROKER V, KEDOSHIM R, HASON R, SOKALSKY T, HATIB K, BAR-YA' AKOV I, HOLLAND D. 2014. Two pear accessions evaluated for susceptibility to pear psylla *Cacopsylla bidens* (Šulc) in Israel. *Pest Management Science*, 70(2): 234–239
- XU JW, ZHU XY, CHAO QJ, ZHANG YJ, YANG YX, WANG RR, ZHANG Y, XIE MZ, GE YT, WU XL, et al. 2019. Chemosensory gene families in the oligophagous pear pest *Cacopsylla chinensis* (Hemiptera: Psyllidae). *Insects*, 10(6): 175–194
- YANG JJ, WANG C, JIAO XG. 2017. Effects of pepper varieties on detoxification enzymes of B and Q biotypes of *Bemisia tabaci*. *Journal of Plant Protection*, 44(4): 695–696 (in Chinese) [杨金键, 王超, 焦晓国. 2017. 不同辣椒品种对B型和Q型烟粉虱主要解毒酶的影响. *植物保护学报*, 44(4): 695–696]
- ZHANG H, LIU QZ, LUAN XB, ZHOU C. 2015. Research progress on the occurrence regularity and integrated control of *Cacopsylla chinensis*. *Northern Horticulture*, (24): 180–183 (in Chinese) [张航, 刘奇志, 栾小兵, 周成. 2015. 中国梨喀木虱在我国的发生规律和综合防治研究进展. *北方园艺*, (24): 180–183]
- ZHANG SL, XIE ZH. 2019. Current status, trends, main problems and the suggestions on development of pear industry in China. *Journal of Fruit Science*, 36(8): 1067–1072 (in Chinese) [张绍铃, 谢智华. 2019. 我国梨产业发展现状、趋势、存在问题与对策建议. *果树学报*, 36(8): 1067–1072]
- ZHANG T, LIU QZ, GUO HP, WANG JW, ZHANG XW. 2015. Research on the relation between development and post-hibernant of *Cacopsylla chinensis* and phenology temperature. *Northern Horticulture*, (20): 102–104 (in Chinese) [张婷, 刘奇志, 郭黄萍, 王洁雯, 张晓伟. 2015. 物候温度与梨园梨木虱出蛰及发育关系研究. *北方园艺*, (20): 102–104]
- ZHAO LL, ZHANG WZ, HU ZL, LIU CH, HAN F, LI J. 2019. Oviposition characteristics of winter-type pear psylla on different sites of pear tree. *Plant Protection*, 45(4): 201–204 (in Chinese) [赵龙, 张未仲, 胡增丽, 刘朝红, 韩凤, 李捷. 2019. 冬型中国梨木虱在梨树不同部位的产卵特点. *植物保护*, 45(4): 201–204]
- ZHAO LL, ZHOU XL, ZHANG WZ, LI QL, HU ZL, GUO HP. 2018. Spatial distribution pattern of pear psylla and its natural enemy lacewing fly. *Northern Horticulture*, (11): 55–60 (in Chinese) [赵龙, 周旭凌, 张未仲, 李庆亮, 胡增丽, 郭黄萍. 2018. 梨木虱和天敌草蛉的空间分布特征. *北方园艺*, (11): 55–60]
- ZHAO YQ, ZHAO JR, MAO LJ, SHI ZH. 2012. Effects of the volatiles from different tomato varieties on host selection behavior of B-biotype *Bemisia tabaci*. *Journal of Applied Ecology*, 23(9): 2509–2514 (in Chinese) [赵艳群, 赵金瑞, 毛黎娟, 施祖华. 2012. 不同番茄品种挥发物对B型烟粉虱寄主选择行为的影响. *应用生态学报*, 23(9): 2509–2514]

(责任编辑:李美娟)