

桑白蚧在杏树上的发生规律与空间分布研究

李怡萍¹, 张亚素², 郑 峰², 段喜涵³, 于 欢¹, 陈 静¹, 仵均祥¹

(1 西北农林科技大学 植物保护学院, 陕西 杨凌 712100; 2 陕西省咸阳市植物检疫站, 陕西 咸阳 712000;

3 陕西省礼泉县植保植检站, 陕西 礼泉 713200)

【摘 要】 【目的】揭示桑白蚧在杏树上的发生规律与空间分布格局, 为控制桑白蚧的危害提供依据。【方法】在陕西礼泉选择代表性杏园, 周年系统调查桑白蚧种群的消长动态; 选择 1~5, 6~10, 11~15, 16~20 和 >20 年 5 个树龄段的杏园, 调查不同树龄、高度(上、中、下)、方向(东、南、西、北)对桑白蚧危害的影响; 选择 3 个代表性杏园, 调查每株树上桑白蚧的数量, 采用聚集指标法测定其空间分布型。【结果】桑白蚧以雌成虫在树干被害部位越冬, 成虫发生高峰期分别为 4 月中旬和 6 月下旬至 7 月中旬, 若虫发生高峰期分别为 5 月中旬和 7 月下旬。树龄对桑白蚧的发生影响显著, 以 11~15 年及 16~20 年 2 个树龄段的杏树受害较重, 其次是 1~5 年和 6~10 年树龄段的杏树, 20 年以上树龄的杏树很少受害。在同一杏树的不同高度和不同方向, 桑白蚧危害程度无显著差异。桑白蚧种群在杏树上分布的各项聚集度指标值分别为扩散系数 $C=0.414\ 1$, 扩散指数 $I_g=0.713\ 8$, 聚集指数 $C_A=-0.292\ 0$, 平均拥挤度 $M^*=0.702\ 3$ 。【结论】桑白蚧在陕西礼泉 1 年发生 2 代, 其危害对杏树的方位没有选择性, 而对树龄具有选择性; 成虫在杏树上属均匀分布型。

【关键词】 桑白蚧; 杏树; 发生规律; 空间分布型

【中图分类号】 S436.629

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2010)07-0175-06

Occurrence and spatial distribution of white peach scale, *Pseudaulacaspis pentagona* (Tagioni-Tozzetti) (Homoptera:Diaspididae) on apricot trees

LI Yi-ping¹, ZHANG Ya-su², ZHENG Feng², DUAN Xi-han³,
YU Huan¹, CHEN Jing¹, WU Jun-xiang¹

(1 College of Plant Protection, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2 Xianyang Station of Plant Quarantine, Xianyang, Shaanxi 712000, China; 3 Liquan Station of Plant Protection, Liquan, Shaanxi 713200, China)

Abstract: 【Objective】The study was to understand the occurrence characteristics and spatial distribution, which is basic work for effective prevention and control of *Pseudaulacaspis pentagona* (Tagioni-Tozzetti) on apricot trees. 【Method】Population dynamics in a year cycle and distribution characteristics of *P. pentagona* on the branches with different ages of 1—5, 6—10, 11—15, 16—20 and over 20 years, different heights and different directions (East, South, West and North) were investigated in some selected apricot orchards. Spatial distribution pattern of *P. pentagona* was investigated and analyzed with the method of aggregation index in 3 representative apricot orchards. 【Result】Female *P. pentagona* adults overwinters in the damaged tree trunks and branches. Adults appear abundantly in mid-April and late June to mid-July respectively. Nymph peak occurs in mid-May and late-July respectively. The occurrence of the pest is affected by tree ages significantly. Trees with the age of 11 to 15 and 16 to 20 years are damaged severely, but those

* [收稿日期] 2009-12-18

[基金项目] 农业部公益性行业科研专项(200803006)

[作者简介] 李怡萍(1972—), 女, 陕西武功人, 在读博士, 主要从事害虫综合治理研究。

[通信作者] 仵均祥(1961—), 男, 陕西凤翔人, 教授, 博士生导师, 主要从事害虫综合治理研究。E-mail: junxw@nwsuaf.edu.cn

over 20 years old are rarely affected by this pest. No significant difference of damage is found between branches with different heights or directions on the apricot trees. The aggregation indexes of population distribution of this pest on apricot trees are $C=0.414\ 1$, $I_g=0.713\ 8$, $C_A=-0.292\ 0$, $M^*=0.702\ 3$, respectively. 【Conclusion】 *P. pentagona* has two generations in a year life cycle in the local area. The spatial distribution of adults on the apricot trees is uniformly distributed.

Key words: white peach scale/*Pseudaulacaspis pentagona*; apricot tree; occurrence characteristic; spatial distribution

杏是我国北方的主要栽培果树之一,以果实早熟、色泽鲜艳、果肉多汁、酸甜适口为特色,在春夏之交的果品市场上深受人们喜爱。杏果含有多种有机成分和人体所必需的维生素及无机盐类;杏仁不仅是滋补佳品,富含蛋白质、粗脂肪、糖类,而且也含有磷、铁、钾等无机盐类及多种维生素^[1-2],还可主治风寒肺病,具有生津止渴、润肺化痰、清热解毒的良好医疗效果^[3]。

桑白蚧(*Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni-Tozzetti))又称桑盾蚧、桃壳虫等,是一种广布性的枝干害虫,几乎遍及世界各地,寄主有苹果、梨、桃、杏、李、梅、樱桃、醋栗、枇杷、葡萄、核桃、柿、桑、茶、丁香、棕榈、泡桐等 120 余种,其中以果树类受害较重,特别是桃树受害最重。桃园遭受桑白蚧危害后,若不采取有效的防治措施,3~5 年可将桃园毁坏^[4]。

陕西省礼泉县是全国闻名的水果大县,水果是当地农民的主要经济收入来源。礼泉县杏树栽培历史悠久,出产的杏果因色泽鲜艳、口感独特,很早以前就被作为贡品,俗称“御杏”。20 世纪 80 年代以来,随着我国农业产业结构的大幅度调整,当地杏树栽培规模迅速扩大,给广大农民带来了巨大的经济效益。但由于单一集中栽培和管理措施不到位,导致杏树病虫害问题日渐突出,成为制约杏产业发展的瓶颈。特别是近年来,杏园桑白蚧危害严重,不仅使杏果产量和品质大幅度下降,而且对当地杏树产业的进一步发展构成了严重威胁。

国内外关于桑白蚧的研究文献较多,主要集中于生物学特性^[4-7]、杀虫剂防治效果^[8-11]和天敌资源的研究与利用^[12-17]等方面,而有关桑白蚧的空间分布格局研究较少,仅见桑白蚧在桃树上空间分布型的研究^[18]。为了有效控制桑白蚧的危害,促进杏树产业健康发展,更好地满足社会需求,2008—2009 年,本研究在礼泉县烟霞镇选择有代表性的杏园,系统调查了桑白蚧的发生规律及其在杏树上的空间分布,旨在为杏树桑白蚧的准确测报和科学防治提供依据。

1 调查方法

1.1 杏树上桑白蚧年发生规律的调查

2008 年,在礼泉县烟霞镇选择有代表性的杏园 3 个,每个杏园选择 5 株树,每株树在东、西、南、北 4 个方向各固定 1 个枝条,每个枝条上固定 30 cm 长度(从枝条基部开始),从 1 月份开始,每 5 d 检查 1 次固定枝条上固定部位的桑白蚧若虫和成虫数量。与此同时,于当年冬季全面调查桑白蚧在杏树上的越冬虫态和越冬场所。

1.2 杏树不同树龄对桑白蚧危害程度的影响

将杏树按照树龄划分成 1~5, 6~10, 11~15, 16~20 和 20 年以上 5 个树龄段。每个树龄段随机抽取 3~5 个杏园,每个杏园 5 点取样,每点 4 株,每株树按东、南、西、北 4 个方向,在树高约 1.5 m 处各选取 1 个枝条,检查每个枝条上桑白蚧的危害程度,以桑白蚧介壳覆盖枝条面积百分比作为危害程度参数进行记载。桑白蚧介壳覆盖枝条面积百分比的具体数值采用目测法获得,为了保证调查数据的客观性,调查时先对调查枝条进行标记,然后 2 人 1 组,1 人调查 1 人记载,全部调查完后 2 人互换分工,重新开始再调查 1 次,共调查 2 次取平均值。

1.3 杏树不同高度、不同方向对桑白蚧危害程度的影响

选择 5 个不同树龄的代表性杏园,每个杏园 5 点取样,每点调查 4 株树,每株树分为上、中、下 3 个高度,每个高度按东、南、西、北 4 个方向各选择 1 个枝条,检查每个枝条上桑白蚧的危害程度。记载方法同 1.2。

1.4 桑白蚧在杏树上的空间分布型调查

选择桑白蚧危害程度不同的 3 个杏园,绘制各个杏园果树分布图并编号,然后逐株调查全部果树。每株杏树在东、南、西、北 4 个方向各选取 1 个枝条,检查每个枝条上桑白蚧的危害程度,按桑白蚧虫体覆盖枝条的面积百分比进行分级记载。分级标准为:0 级,枝干上无桑白蚧虫体;I 级,桑白蚧虫体覆

盖面积占枝条面积的 25% 以下;Ⅱ级,桑白蚧虫体覆盖面积占枝条面积的 25% 到 50%;Ⅲ级,桑白蚧虫体覆盖面积占枝条面积的 50% 到 75%;Ⅳ级,桑白蚧虫体覆盖面积占枝条面积的 75% 以上。危害指数=Σ(各级被害枝数×相应级值)/(调查总枝数×4)。以危害指数评价受害程度,危害指数越高,则表明受害程度越重。

1.5 数据处理

1.5.1 受害程度数据处理 受害程度数据经平方根反正弦值标准化后,用 SAS8.0 软件进行统计分析,采用 Duncan 新复极差法进行多重比较^[19]。

1.5.2 分布型分析 采用扩散系数(C)、扩散指数(I_s)、聚集指数(C_A)、平均拥挤度(M^*)等 4 种聚集指标进行判断分析^[20]。具体计算公式如下:

$$C=S^2/\bar{X}。$$

式中: S^2 为方差, $\bar{X}$ 为危害指数均值。 $C<1$ 为均匀分布, $C=1$ 为随机分布, $C>1$ 为聚集分布。

$$I_s=n(\sum fx_i^2-N)/N(N-1)。$$

式中: n 为样方数, x_i 为第 i 个样方中的危害指数, N 为危害指数总和。 $I_s<1$ 为均匀分布, $I_s=1$ 为随机分布, $I_s>1$ 为聚集分布。

$$C_A=(S^2-\bar{X})/\bar{X}^2。$$

式中: S^2 为方差, $\bar{X}$ 为危害指数均值。 $C_A<0$ 为均匀分布, $C_A=0$ 为随机分布, $C_A>0$ 为聚集分布。

$$M^*=\sum x_i(x_i-1)/N。$$

式中: x_i 为第 i 个样方中的危害指数, N 为危害指数总和。 $M^*<1$ 为均匀分布, $M^*=1$ 为随机分布, $M^*>1$ 为聚集分布。

2 结果与分析

2.1 桑白蚧在杏树上的种群消长规律

在陕西礼泉县烟霞镇杏园中,桑白蚧以雌成虫在被害树干和枝条上越冬。由图 1 可知,桑白蚧在当地 1 年发生 2 代,第 1 代和第 2 代成虫高峰期分别发生于 4 月中旬和 6 月下旬至 7 月中旬,若虫高峰期分别发生于 5 月中旬和 7 月下旬。

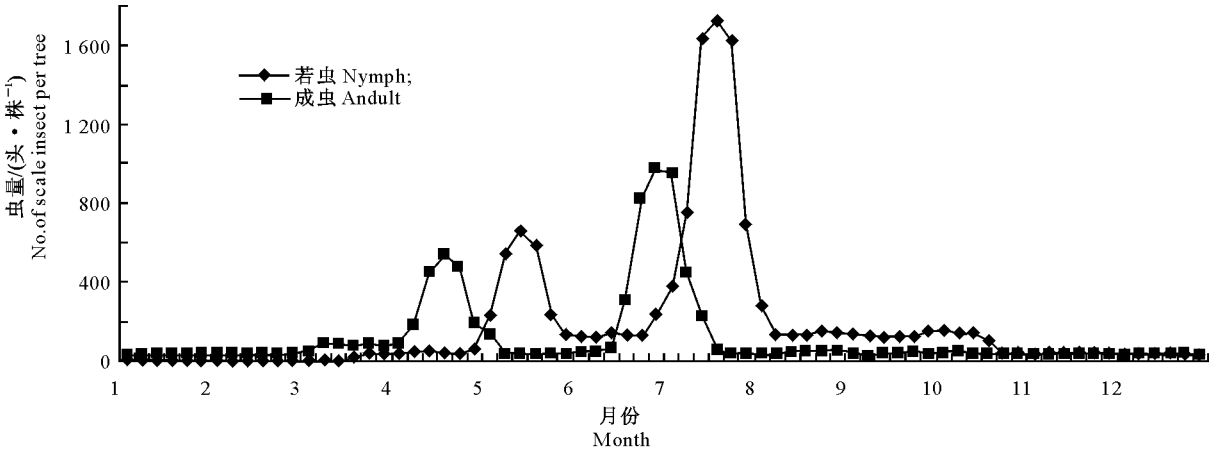


图 1 桑白蚧在杏树上的种群动态(陕西礼泉,2008)

Fig. 1 Population dynamics of *P. pentagona* on apricot trees (Liquan, Shaanxi, 2008)

2.2 桑白蚧在杏树上的危害与分布特点

2.2.1 不同树龄受害程度比较 由表 1 可知,不同树龄杏树受桑白蚧危害程度明显不同($F=34.43$, $P<0.001$),其中 11~15 年和 16~20 年树龄段杏

树受害较为严重,平均受害程度达 41.49% 和 47.57%;其次为 1~5 年树龄段杏树,受害程度也极显著大于 6~10 年和 20 年以上的杏树;20 年以上杏树受害程度最轻,平均受害程度仅为 9.53%。

表 1 不同树龄杏树受桑白蚧的危害程度

Table 1 Damage situation of *P. pentagona* on apricot trees with different ages

树龄/年 Age	调查株数 Investigated tree No.	受害率/% Percent of damaged tree	受害程度/% Damage situation	树龄/年 Age	调查株数 Investigated tree No.	受害率/% Percent of damaged tree	受害程度/% Damage situation
1~5	60	100	34.42±5.45 B	16~20	60	100	47.57±7.38 A
6~10	100	100	24.71±3.76 C	>20	60	100	9.53±2.04 D
11~15	80	100	41.49±6.22 A	平均 Average	72	100	31.54±14.96

注:同列数据后标不同大写字母者表示差异极显著($P<0.01$)。
Note: Data followed by different capital letter within the same column are significantly different at $P=0.01$ level.

2.2.2 不同高度枝条受害程度比较 由表 2 可知,从总体平均来看,杏树不同高度枝条受害程度相似,无显著差异($F=0.20,P>0.05$)。由此可见,桑白蚧在杏树不同高度呈均匀分布。但从具体杏园来分析,桑白蚧在杏树不同高度的危害情况并不完全一致,杏园 2、3、4 和 5 中,每个杏园杏树上、中、下不同高度枝条受害程度均无显著差异($F_2=0.31,F_3=0.52,F_4=1.61,F_5=1.45;P>0.05$);但在杏园 1 中,杏树上部受害程度则显著大于中部和下部($F=2.63;P<0.05$)。出现这种现象的原因可能与杏树密度有关,在调查所选择的 5 个杏园中,杏园 1 的杏树密度最大,株行距为 4 m×5 m,其他杏园杏树密度为 5 m×5 m 或 5 m×6 m。由于杏树密度大,中、下部枝条通风透光不良,不利于桑白蚧的发生危害,所以,中、下部枝条受害程度轻于上部枝条。其他杏

园则不存在这种现象。

由表 2 还可知,不同杏园的受害程度差异很大,这是由不同杏园的树龄差异造成的,前已详述了树龄对桑白蚧发生危害程度的影响,此处不再赘述。

2.2.3 不同方向枝条受害程度比较 由表 3 可知,杏树不同方向枝条的平均受害程度无显著差异($F=1.36,P>0.05$),即桑白蚧在杏树不同方向枝条上的分布呈均匀分布。但从具体杏园来看,杏园 1、3、4 和 5 中,杏树不同方向枝条的受害程度均无显著差异($F_1=0.52,F_3=0.81,F_4=1.45,F_5=1.21;P>0.05$);但在杏园 2 中,西侧枝条的受害程度明显小于东侧和北侧($F_2=3.86,P<0.05$),东、南、北 3 个方向之间枝条的受害程度则无显著差异。

表 4 所示为不同树龄杏树在不同方向上受桑白蚧危害程度的分析结果。

表 2 杏树不同高度枝条受桑白蚧的危害程度

Table 2 Damage situation of <i>P. pentagona</i> on branches located in different heights on apricot trees				
果园编号 Orchard No.	调查株数 Investigated tree No.	受害程度/% Damage situation		
		上部 Upper	中部 Middle	下部 Lower
1	20	28.80±6.42 a	18.45±4.68 b	14.75±4.05 b
2	20	22.10±5.28 a	25.25±5.17 a	20.50±4.34 a
3	20	14.40±3.65 a	12.60±2.94 a	17.80±6.15 a
4	20	3.65±2.11 a	6.30±3.64 a	1.50±1.79 a
5	20	32.05±6.48 a	40.75±8.81 a	40.05±7.56 a
平均 Average	20	20.20±0.11 a	20.67±0.13 a	18.92±0.14 a

注:同行数据后标不同小写字母者表示差异显著($P<0.05$)。下表同。

Note:Data followed by different lowercases within the same row are significantly different at $P<0.05$ level. The same as follows.

表 3 杏树不同方向枝条受桑白蚧的危害程度

Table 3 Damage situation of <i>P. pentagona</i> on branches located in different directions on apricot trees					
果园编号 Orchard No.	调查株数 Investigated tree No.	受害程度/% Damage situation			
		东 East	南 South	西 West	北 North
1	20	25.20±8.34 a	21.93±5.72 a	17.00±4.85 a	17.87±4.57 a
2	20	29.53±8.66 a	18.07±6.53 ab	11.93±4.14 b	30.93±7.20 a
3	20	11.70±4.13 a	12.60±3.68 a	20.20±7.75 a	15.20±5.24 a
4	20	6.30±2.57 a	2.67±1.96 a	5.60±2.94 a	0.67±0.72 a
5	20	43.07±11.79 a	34.07±8.65 a	40.80±12.42 a	32.53±8.95 a
平均 Average	20	23.16±14.64 a	17.87±11.60 a	19.11±13.32 a	19.44±13.00 a

表 4 桑白蚧在不同树龄杏树不同方向枝条上的危害程度

Table 4 Damage situation of <i>P. pentagona</i> on branches located in different directions on apricot trees with different ages					
树龄/年 Age	调查株数 Investigated tree No.	受害程度/% Damage situation			
		东 East	南 South	西 West	北 North
0~5	20	35.40±7.62	31.40±5.46	35.53±6.25	35.40±5.14
6~10	20	22.36±3.24	24.00±4.18	26.52±4.47	25.36±3.28
11~15	20	46.75±9.77	35.45±7.54	39.65±8.52	44.60±7.43
16~20	20	55.73±9.16	46.00±8.41	47.53±10.27	41.00±8.16
>20	20	10.53±2.02	7.47±1.36	10.73±3.41	9.40±1.73
平均 Average	20	34.15±18.19 a	28.86±14.36 a	31.99±14.09 a	31.15±14.16 a

由表 4 可以看出,桑白蚧在杏树不同方向的危害不受树龄的影响,在不同树龄杏树的不同方向,受害程度没有显著差异($F_{0\sim5\text{ a}}=0.11,F_{6\sim10\text{ a}}=1.19,F_{11\sim15\text{ a}}=0.95,F_{16\sim20\text{ a}}=1.29,F_{>20\text{ a}}=0.21;P>$

0.05),即桑白蚧危害与杏树树冠方向没有相关性。因此,桑白蚧发生危害对杏树树冠方向没有选择性。

表 5 所示为杏树树冠不同部位在不同方向枝条上桑白蚧危害程度的分析结果。由表 5 可以看出,桑白蚧在杏树树冠上、中、下不同部位各方向的危害

表 5 桑白蚧在杏树树冠不同部位不同方向枝条上的危害程度

Table 5 Damage situation of *P. pentagona* on branches located in different directions and heights on apricot trees

部 位 Height	调查株数 Investigated tree No.	受害程度/% Damage situation			
		东 East	南 South	西 West	北 North
上部 Upper	100	36.72±12.15	21.16±8.31	16.60±5.78	16.40±6.25
中部 Middle	100	22.48±5.48	17.36±3.12	21.56±7.37	21.84±6.03
下部 Lower	100	20.68±6.26	15.64±3.36	18.76±5.05	20.60±7.66
平均 Average	100	26.63±8.79 a	18.05±2.82 a	18.97±2.49 a	19.61±2.85 a

2.3 桑白蚧在杏树上的空间分布型

由表 6 可知,在所调查的 3 个杏园中,均表现为 $C<1, I_e<1, C_A<0, M^*<1$,各聚集指标平均值分别为:扩散系数 $C=0.414\ 1$,扩散指数 $I_e=0.713\ 8$,

表 6 桑白蚧种群在杏树上分布的聚集指标

Table 6 Aggregation indexes of *P. pentagona* population distribution on apricot trees

杏园编号 Orchard No.	调查株数 Investigated tree No.	危害指数($\bar{X}$) Damage index	方差(S^2) Variance	扩散系数 C Diffusion coefficient	扩散指数 I_e Diffusion index	聚集指数 C_A Aggregation index	平均拥挤度 M^* Mean crowdness
1	135	0.211 4	0.081 0	0.383 2	0.712 6	-0.291 7	0.703 0
2	126	0.191 4	0.084 5	0.441 5	0.712 3	-0.291 6	0.701 7
3	143	0.197 7	0.083 3	0.421 3	0.716 4	-0.292 7	0.702 2
平 均 Average		0.200 2	0.082 9	0.414 1	0.713 8	-0.292 0	0.702 3

3 结论与讨论

桑白蚧在陕西省礼泉县烟霞镇杏树上以雌成虫在树干被害部位越冬,成虫发生高峰期分别为 4 月中旬和 6 月下旬至 7 月中旬,若虫发生高峰期分别为 5 月中旬和 7 月下旬。桑白蚧在杏园发生危害与杏树树龄有关,即主要危害 20 年以下的杏树;而对杏树树冠的方向没有选择性,即杏树树冠各方向的受害不存在显著差异。

采用扩散系数 C 、扩散指数 I_e 、聚集指数 C_A 、平均拥挤度 M^* 等 4 种聚集指标对 3 个代表性杏园中桑白蚧种群的分布型进行测定,结果表明,成虫在杏树上的空间分布型均属均匀分布。因此在药剂防治时,喷药一定要均匀,这样才能保证防治效果。但桑白蚧在不同树龄杏树上发生危害的程度明显不同,以 11~15 年及 16~20 年 2 个树龄段的杏树受害较重,其他树龄杏树的受害程度依次为 1~5 年、6~10 年和 20 年以上,可见,桑白蚧对老龄杏树危害最轻。在调查过程中发现,老龄杏树树干上鲜见雌介壳,只能在个别枝条上找到,但不成片暴发危害。处于挂果盛期的健壮杏树上桑白蚧发生严重,个别树干上

程度无显著差异($F_{上部}=1.45, F_{中部}=0.32, F_{下部}=0.33; P>0.05$)。即桑白蚧同样对杏树树冠方向没有选择性,在杏树上、中、下部的东、南、西、北各方向的枝条上均呈均匀分布。

聚集指数 $C_A=-0.292\ 0$,平均拥挤度 $M^*=0.702\ 3$,据此认为,桑白蚧种群在杏树上的分布呈均匀分布,且在 3 个杏园中的分布格局完全一致。

桑白蚧雌虫的覆盖面积达 80%。因此,在不同杏园之间,要加强对挂果盛期健壮杏树上桑白蚧的防治,避免成灾。

桑白蚧是果树生产中常发性的害虫,寄主植物范围很广,包括苹果、梨、桃、杏、李、梅、樱桃、醋栗、琵琶、葡萄、核桃、柿等多种果树,各地均以危害樱属植物较重,其中以桃树最重。在本次调查过程中发现,当地也种植有很多桃树、苹果树、梨树、柿树等,但在其他果树上桑白蚧发生很少甚至没有,这与过去的记载明显不同。

[参考文献]

[1] 王淑英,温哲屹,李慧颖.我国甜杏仁营养成分含量分析[J].北京农业,2008(9):13-16.
Wang S Y,Wen Z Y,Li H Y. Analysis of the nutritional components and contents of sweet apricot kernel [J]. Beijing Agriculture,2008(9):13-16. (in Chinese)
[2] 杜 琨,牟朝丽.杏仁的营养价值与开发利用[J].食品研究与开发,2005(5):40-42.
Du K,Mou Z L. The nutrition and exploitation of almond [J]. Food Research and Development,2005(5):40-42. (in Chinese)
[3] 巧 巧.野生果树的食、药用价值[J].中国食品,2000(8):17-18.

- Qiao Q. The food and medicinal value of wild fruit trees [J]. China Food, 2000(8): 17-18. (in Chinese)
- [4] 北京农业大学, 华南农业大学, 福建农学院, 河南农业大学. 果树昆虫学 [M]. 北京: 农业出版社, 1981.
Beijing Agricultural University, South China Agricultural University, Fujian Agricultural College, Henan Agricultural University. Fruit entomology [M]. Beijing: Agricultural Press, 1981. (in Chinese)
- [5] 屈邦选, 王继红, 王立军, 等. 桑白盾蚧的研究 [J]. 西北林学院学报, 1994(3): 34-39.
Qu B X, Wang J H, Wang L J, et al. Studies on biology and control of *Pseudaulacaspis pentagona* (Targ.) [J]. Journal of Northwest Forestry University, 1994(3): 34-39. (in Chinese)
- [6] 冉 春, 林邦茂, 张权炳, 等. 桑盾蚧生物学研究 [J]. 西南农业大学学报, 1998(6): 593-596.
Ran C, Lin B M, Zhang Q B, et al. Biological study of *Pseudaulacaspis pentagona* [J]. Journal of Southwest Agricultural University, 1998(6): 593-596. (in Chinese)
- [7] 冉 春, 林邦茂, 李鸿筠, 等. 湿度和光照对桑白盾蚧种群生长的影响 [J]. 昆虫知识, 2000, 37(4): 205-209.
Ran C, Lin B M, Li H J, et al. Influences of humidity and photoperiod on population growth of *Pseudaulacaspis pentagona* Targioni-Tozzetti [J]. Entomological Knowledge, 2000, 37(4): 205-209. (in Chinese)
- [8] 宋寿龄, 刘 新, 陈达荣, 等. 福州地区桑白蚧发生动态和药剂防治试验 [J]. 华东昆虫学报, 1993, 2(1): 42.
Song S L, Liu X, Chen D R, et al. The population dynamic and chemical control of *Pseudaulacaspis pentagona* Targioni-Tozzetti in Fuzhou, China [J]. Entomological Journal of East China, 1993, 2(1): 42. (in Chinese)
- [9] 周威君, 葛春华, 沈晋良. 扑虱灵大田防治桑白蚧的效果 [J]. 昆虫知识, 1994, 31(2): 86-87.
Zhou W J, Ge C H, Shen J L. Insecticidal effects of buprofezin on *Pseudaulacaspis pentagona* Targioni-Tozzetti in the field [J]. Entomological Knowledge, 1994, 31(2): 86-87. (in Chinese)
- [10] 周 莉, 谢祥林, 罗庆怀, 等. 无公害农药“灭蚧灵”防治桑白盾蚧研究 [J]. 江苏林业科技, 1998(S1): 198-200.
Zhou L, Xie X L, Luo Q H, et al. Studies on the non-public hazard pesticide “Mie Jie Ling” against scale louse, *Pseudaulacaspis pentagona* Targioni [J]. Journal of Jiangsu Forestry Science & Technology, 1998 (S1): 198-200. (in Chinese)
- [11] 禹明甫, 杨留成, 吕义坡, 等. 6 种杀虫剂防治桃桑白蚧田间药效试验及评价 [J]. 安徽农业科学, 2007, 35(31): 9969-9970.
Yu M F, Yang L C, Lü Y P, et al. Field trial and evaluation on efficacy of 6 kinds of pesticides controlling *Pseudaulacaspis pentagona* Targioni-Tozzetti [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2007, 35(31): 9969-9970. (in Chinese)
- [12] 冉 春, 林邦茂, 张权炳. 日本方头甲捕食桑盾蚧功能反应研究 [J]. 植物保护, 1999(5): 21-25.
Ran C, Lin B M, Zhang Q B. Studies on the functional reaction of *Cybocephalus niponicus* Endrby & Yonga preying upon *Pseudaulacaspis pentagona* Targioni-Tozzetti [J]. Plant Protection, 1999(5): 21-25. (in Chinese)
- [13] 俎文芳, 于春池, 王学军, 等. 桑白蚧寄生蜂资源考察及综合防治技术探讨 [J]. 果树学报, 2006(2): 295-300.
Zu W F, Yu C C, Wang X J, et al. Investigation of parasitic wasps of *Pseudaulacaspis pentagona* and their integrated preservation technology [J]. Journal of Fruit Science, 2006 (2): 295-300. (in Chinese)
- [14] 蔡元呈, 黄 建, 王新旺, 等. 桑白蚧的重要寄生蜂——桑白蚧恩蚜小蜂的鉴别与利用 [J]. 华东昆虫学报, 1993, 2(1): 49-53.
Cai Y C, Huang J, Wang X W, et al. Identification and utilization of *Encarsia berlessei* (Howard) (Hymenoptera: Aphelinidae), an important parasite of *Pseudaulacaspis pentagona* (Targ.) (Homoptera: Diaspididae) [J]. Entomological Journal of East China, 1993, 2(1): 49-53. (in Chinese)
- [15] 赵士熙, 魏 辉, 陈 强. 柞树桑白蚧及其捕食性天敌日本方头甲 [J]. 福建农业大学学报, 1997(2): 182-186.
Zhao S X, Wei H, Chen Q. *Pseudaulacaspis pentagona* and its predator *Cybocephalus nipponicus* in Nan tree [J]. Journal of Fujian Agricultural University, 1997(2): 182-186. (in Chinese)
- [16] 魏治钢, 赵 莉, 杨 森. 李斑唇瓢虫幼虫对桑白盾蚧捕食功能反应的研究 [J]. 新疆农业大学学报, 2009(2): 49-53.
Wei Z G, Zhao L, Yang S. Study on response of larvae of *Chilocorus geminus zaslavskij* to predaceous function of *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni) [J]. Journal of Xinjiang Agricultural University, 2009(2): 49-53. (in Chinese)
- [17] Bennett F D. Some parasites and predators of *Pseudaulacaspis pentagona* Targ. in Trinidad [J]. Can Ent, 1956, 38(12): 704-705.
- [18] 郭线茹. 桑盾蚧雌介壳在桃园中的空间分布特征研究 [J]. 河南农业大学学报, 1995(3): 256-258.
Guo X R. The spatial distribution of female shells of *Pseudaulacaspis pentagona* in peach orchards [J]. Acta Agriculture University Henanensis, 1995 (3): 256-258. (in Chinese)
- [19] 胡小平, 王长发. SAS 基础及统计实例教程 [M]. 西安: 西安地图出版社, 2001.
Hu X P, Wang C F. Teaching materials on SAS base with statistical examples [M]. Xi'an: Xi'an Cartographic Publishing House, 2001. (in Chinese)
- [20] 郭祥光. 昆虫生态学的常用数学分析方法 [M]. 北京: 农业出版社, 1985.
Wu X G. General methods of mathematical analysis on insect ecology [M]. Beijing: Agriculture Publishing House, 1985. (in Chinese)