

8 种寄主植物对朝鲜球坚蚧 (*Didesmococcus koreanus* Broch) 的适合度及自然种群增长的影响

黄保宏^{1,2}, 邹运鼎^{1,*}, 毕守东¹, 巫厚长¹, 骆鹏飞²

(1. 安徽农业大学林学与园林学院 合肥 230036; 2. 安徽科技学院 安徽凤阳 233100)

摘要:在室外对 8 种寄主植物上朝鲜球坚蚧的刺吸、产卵以及种群动态进行了系统调查,并运用选择性指数(*SI*)、嗜食性指数(*PI*)、危害指数(*DI*)和种群趋势指数(*I*)等 4 种指数系统定量评价了 8 种寄主对朝鲜球坚蚧的适合度以及自然种群增长等的影响。结果表明,好、中、弱 3 种生长势的寄主对朝鲜球坚蚧的适合度由高至低的顺序均是桃、梅、李、杏、苹果、梨、樱和山楂;在一个生长季节内,8 种寄主适合度总体变化均表现为正态分布形,呈弱-强-弱态势,都以 6 月份的 8 种寄主适合度表现最高,且以生长势好的寄主最高,中等的次之,弱的最差。朝鲜球坚蚧更趋向于梅、桃、李和杏寄主上刺吸取食和产卵,且若蚧存活率、卵的孵化率以及羽化率均较高,自然种群增长最快,4 种指数均较大($SI > 0.875$ 、 $PI > 5.469$ 、 $I > 5.75$ 、 $DI > 1.049$)。桃、梅、李和杏寄主是该蚧的最适宜类寄主;苹果、梨和樱寄主植物是适宜类寄主;山楂为次适宜类寄主。*PI* 与 *DI* 间回归方程为: $PI = 0.3389 + DI$ ($r_{0.01} = 0.937$)。8 种寄主表皮毛密度、长度、皮层厚度和枝条直径等物理结构与适合度的强弱均呈负相关($r_{0.01} = -0.976$),其对该蚧刺吸取食和产卵等行为起到抑制作用。山楂表皮毛密度、长度、皮层厚度和枝条直径分别是最适宜类寄主枝条 4 种物理结构指标平均值的 2.73、3.27、2.77 倍和 3.47 倍。这些对抗蚧育种、预测测报以及优化防治策略等具有一定的指导意义。

关键词:朝鲜球坚蚧;寄主适合度;嗜食性指数;种群趋势指数;选择性指数;危害指数

文章编号:1000-0933(2008)08-3875-07 中图分类号:Q968.1 文献标识码:A

Effects of eight host plant species on the fitness and population dynamics of *Didesmococcus koreanus* Borchs

HUANG Bao-Hong^{1,2}, ZOU Yun-Ding^{1,*}, BI Shou-Dong¹, WU Hou-Zhang¹, LUO Peng-Fei²

1 School of Forestry and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China

2 Anhui Science and Technology University, Fengyang 233100, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(8): 3875 ~ 3881.

Abstract: By focusing on 8 host plant species including peach, plum, cherry plum, apricot, apple, pear, cherry and hawthorn, we investigated the feeding, oviposition and population dynamics of *Didesmococcus koreanus* in the fields. The fitness of host plants to *D. koreanus* was quantitatively measured with selective index (*SI*), damage index (*DI*) and preference index (*PI*). Moreover, index of population trend (*I*) was used as an important estimate for the influence of host

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30571232);安徽省教育厅自然科学基金资助项目(2006KJ028C);安徽省重点科研资助项目(07021004)

收稿日期:2007-04-26; 修订日期:2007-11-07

作者简介:黄保宏(1966~),男,博士生,副教授,主要从事昆虫生态、害虫综合治理和害虫生物防治研究. E-mail: bhh826@sohu.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yundingzou@tom.com

Foundation item: The project was financially supported by National Science Foundation of China (No. 30571232); Natural Science Foundation of Anhui Province Education Department (No. 2006KJ028C) and Key Natural Science Foundation of Anhui Province (No. 07021004)

Received date: 2007-04-26; **Accepted date:** 2007-11-07

Biography: HUANG Bao-Hong, Ph. D. candidate, Associate professor, mainly engaged in insect ecology, integrated pest management (IPM) and pest bio-control. E-mail: bhh826@sohu.com

plants on the natural population of *D. koreanus*. The results indicated that, under all three types of plant growing conditions, the order of fitness was peach, plum, cherry plum, apricot, apple, pear, cherry and hawthorn. The fitness of 8 host plants, presenting as a normal distribution, were consistently the best in June with a good growing condition ~ inferior medium growing condition ~ weak condition pattern. *D. koreanus* preferred to feed and oviposit on peach, plum, cherry plum and apricot, where they featured higher survival, eclosion and hatched rates and more rapid nymphae increase, and also higher values for other four indexes (SI value > 0.875 , PI value > 5.469 , I value > 5.75 , DI value > 1.049). According to the fitness indexes, the host plants of *D. koreanus* may be divided into three categories, with peach, plum, cherry plum and apricot as the most suitable, apple, pear and cherry the suitable, and hawthorn the least suitable category. With the best linear regression equation of $PI = -0.3389 + DI$, there was an obvious linear relation between PI , SI and DI ($r_{0.01} = 0.937$). Measuring and scanning showed that there was a significant negative correlation ($r_{0.01} = -0.976$) between fitness and the epicuticle hair numbers, hair length, epidermis thickness and branch diameter. The feeding and oviposition have been controlled by the physical characteristics of branches. Compared to the most suitable hosts, the epicuticle hair numbers, hair length, epidermis thickness and branch diameter of hawthorn were, respectively, 2.73, 3.27, 2.77 and 3.47 times higher. Above results may provide clues for resistance breeding, forecasting and optimizing control strategies.

Key Words: *Didesmococcus koreanus* Broch; fitness of host plant; preference index (PI); index of population trend (I); selective index (SI); damage index (DI)

昆虫适合度是指昆虫在其生存环境中能生存并把它特性传给下一代的相对能力,包括生活能力和繁殖能力等^[1,2],它是反映昆虫种群质量的指标之一,是害虫生态控制的理论基础。有关蚜虫、棉铃虫、黄曲条跳甲、烟粉虱和美洲斑潜蝇等适合度的研究有些报道^[3~7]。朝鲜球坚蚧 *Didesmococcus koreanus* Borchs 属同翅目蜡蚧科 Coccidae,主要危害蔷薇科樱亚科和梨亚科的梅、桃、李、杏、苹果、梨、山楂、樱花、贴梗海棠等多种果树和观赏植物,尤以梅、桃、李和杏等 1~2 年生的嫩枝受害最重,可造成大量落叶,其排泄物污染叶片,影响光合作用,使植株生长受阻,树势衰弱,影响产量和质量以及观赏价值等,且近年来其发生危害更加严重。科研工作者从不同角度对该蚧进行了大量研究^[8~13],但不同寄主植物对朝鲜球坚蚧的适合度以及种群发生动态等的影响鲜见报道。为此,本研究系统调查了朝鲜球坚蚧对桃、梅、李、杏、苹果、梨、山楂和樱花等 8 种寄主植物的危害程度、寄主适合度和种群动态,以及不同寄主植物枝条物理结构对朝鲜球坚蚧的适合度及自然种群增长的影响,旨在为探讨朝鲜球坚蚧对寄主植物危害压力、抗虫育种、预测测报以及优化防治策略提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 朝鲜球坚蚧对寄主植物危害程度系统调查

2005 年 3~10 月,分别在安徽科技学院和凤阳县园艺场采用平行跳跃法选择桃、梅、李、杏、苹果、梨、山楂和樱花等 8 种寄主植物各 5 样点,每样点选取树龄 15a 左右、树高约 2 m、冠层较为完善且具有代表性的 8 种寄主各 5 株,每株随机选择 1~2 年生的枝条 10 枝,系统调查记载每枝上朝鲜球坚蚧数量并测定被害枝条直径(以朝鲜球坚蚧最多部分截取 20cm,用游标卡尺测量该段的前、中、后部的直径,取其平均值)和危害程度。每 15 d 调查 1 次,共计 16 次,每种寄主重复 5 次。危害指数(damage index, DI)的计算公式为:

$$DI = ((\sum (\text{被害枝条级别} \times \text{各级被害枝条数})) / \text{调查枝条总数} \times \text{被害枝条最高级别}) \times 100$$

朝鲜球坚蚧危害程度分级标准为:Ⅰ.健康枝条。平均虫口密度 0.01 头/cm²以下,无明显被害状。Ⅱ.轻微受害枝条。平均虫口密度为 0.01~0.15 头/cm²,平均萌芽率大于 90%,平均枯枝率小于 4%。Ⅲ.中等受害枝条。平均虫口密度为 0.15~1.0 头/cm²,平均萌芽率为 90%~56%,平均枯枝率为 4%~28%。Ⅳ.严重受害枝条。平均虫口密度为 1.0~2.5 头/cm²,平均萌芽率在 56%以下,平均枯枝率为 28%~52%。Ⅴ.濒死

枝条。平均虫口密度在 2.5 头/cm² 以上,春天树木难以萌芽,停止危害后平均枯枝率大于 52%,树木长势衰弱,个别出现整枝枯死。

1.2 寄主植物对朝鲜球坚蚧适合度系统调查

1.2.1 不同时期和不同生长势的寄主对朝鲜球坚蚧适合度系统调查

在 2005 年 3 ~ 10 月分别选择好、中、弱 3 种生长势的 8 种寄主,按 1.1 调查法分别系统调查和计算朝鲜球坚蚧累积产卵量、存活若蚧数与有卵蚧频次等。采用柏立新等^[4] 方法分别计算该蚧的选择性指数(selective index, *SI*)和嗜食性指数(preference index, *PI*)。再按张茂新等^[5] 的方法,将生长势好的 8 种寄主上采集得到的蚧卵和 1 龄若蚧在室内饲养观察直至羽化,分别统计其孵化率、羽化率、雌雄比和各龄期若蚧的存活率等,羽化后的雌成蚧配对饲养于养虫盒内,用 8 种寄主枝条饲养,每种寄主饲养 15 ~ 18 对雌成蚧,统计雌虫的繁殖力,并应用种群趋势指数^[1] (index of population trend, *I*) 定量评价 8 种寄主对该蚧自然种群增长效应,同时采用系统聚类分析方法对其适合度进行分析。其公式:

$$SI = N/M; PI = SI \times (A + E)/100; S_i = N_{(i+1)b}/N_{ib}; I = S_E \times S_{L1} \times S_{L2} \times E_S \times P_F \times P_g$$

式中, *M* 表示在某种寄主上的调查次数, *N* 表示在某种寄主上查到朝鲜球坚蚧及其卵的次数; *A* 表示某种寄主上的累积朝鲜球坚蚧数量, *E* 表示某种寄主上的累积卵量; *S_i* 为各龄期若蚧的存活率, *N_{ib}* 为各龄期若蚧的始蚧数, *N_{(i+1)b}* 为第 *i* + 1 期的始蚧数; *S_E* 为卵的存活率, *S_{L1}*、*S_{L2}* 为 1、2 龄若蚧存活率, *E_S* 指定标准卵量, *P_F* 为卵量达标率, *P_g* 为雌虫比例。

1.2.2 寄主枝条表面物理结构差异

于 2005 年 6 月选择长势差且相似而朝鲜球坚蚧危害严重的 8 种寄主 1 ~ 2 年生枝条,在其上蚧数最多部分截取 20cm,用游标卡尺测量该段的前、中、后部的直径,取其平均值作为枝条直径,然后用刀片环剥,再用直径 0.9cm 的打孔器打孔取样,在装有测微尺的 Nikon 镜下测量 8 种寄主枝条表皮毛长度、密度及皮层厚度。每种寄主重复 5 次。

1.3 数据处理分析

方差分析、相关分析、多元线性回归分析和聚类分析均用 DPS 统计软件进行。

2 结果与分析

2.1 朝鲜球坚蚧对寄主植物危害程度分析

将朝鲜球坚蚧对 8 种寄主植物的危害程度等计算结果列于表 1。由表 1 可知,朝鲜球坚蚧对桃、梅、李、杏等寄主植物危害程度最重,其次是苹果、梨和樱,最轻的为山楂。朝鲜球坚蚧在桃、梅、李和杏 4 种寄主植物间的数量无显著差异,但与苹果、梨、樱和山楂上的蚧数相比差异极显著。这是由于朝鲜球坚蚧在这 4 种寄主植物不同发育阶段的发生量及其刺吸取食不完全一致。系统调查还发现,同一寄主不同部位枝条,朝鲜球坚蚧危害具有明显的选择性,桃、梅、李和杏以 1 ~ 2 年生枝条受害最重,而苹果、梨、樱、山楂上则以 2 ~ 3 年生受害最重,这可能是朝鲜球坚蚧从 1 ~ 2 年或 2 ~ 3 年生寄主枝条刺吸入皮层内吸取汁液,卵常产于枝条皮层组织中,其产卵行为与刺吸取食行为相一致,卵孵化后即在于枝条表面刺吸危害。因此,朝鲜球坚蚧对寄主刺吸取食和产卵的接受程度决定了寄主的抗性水平,寄主枝条物理结构等较大地影响了雌成蚧的刺吸和产卵选择性,从而进一步影响该蚧对寄主的选择性。

8 种寄主植物上朝鲜球坚蚧数量、产卵量与 *PI*、*SI* 均与 *DI* 成正相关,寄主植物间在 *SI*、*PI*、*A*、*E* 和 *DI* 上均存在明显的差异。朝鲜球坚蚧对桃、梅、李和杏 4 种寄主植物的 *PI* 和 *SI* 分别为 5.431 ~ 6.500 和 0.875 ~ 1.000,均为最高,这类寄主是朝鲜球坚蚧最适宜类寄主;而苹果、梨和樱的 *PI* 和 *SI* 分别为 1.425 ~ 1.999 和 0.500 ~ 0.563,与最适宜类寄主植物相比差异显著,是适宜类寄主;山楂的 *PI* 和 *SI* 分别为 0.330 和 0.250,为次适宜类寄主。朝鲜球坚蚧刺吸适宜寄主植物 1 ~ 2 年生枝条并在其上产卵,待卵孵化后即刺吸其枝条,故朝鲜球坚蚧对寄主植物适合度是由其成、若蚧刺吸取食和产卵行为决定的,这些并取决于朝鲜球坚蚧本身对寄主植物的嗜好程度,同时影响其后代的种群数量发展。因此,在调查朝鲜球坚蚧寄主适合度时,不仅要考虑其

朝鲜球坚蚧数量,还要考虑其卵量。 PI 与 DI 的回归方程为: $PI = 0.3389 + DI(r = 0.937)$; $SI = 0.4125 + DI(r = 0.963)$ 。

用最短距离法以 DI 、 A 为指标对 8 种寄主测定结果进行系统聚类分析,当阈值 $d = 0.25$ 时可将 8 种寄主植物聚为 4 类。朝鲜球坚蚧对其适合度由强到弱依次为第 I 类为桃、梅、李和杏;第 II 类为苹果和梨;第 III 类为樱;第 IV 类为山楂。这就进一步验证了选择性系数等指标测定适合度的结论。

表 1 朝鲜球坚蚧对 8 种寄主植物的危害程度和寄主适合性
Table 1 The damage and fitness of 8 host plants to *Didesmococcus koreanus* Broch

寄主 Hosts	DI	M	N	A	E	SI	PI	寄主适合性 Host fitness
桃 Peach	1.275 ± 0.15 aA	16	16	265 aA	385 aA	1.000 aA	6.500 ± 1.17 aA	+++
梅 Plum	1.138 ± 0.04 aA	16	16	249 aA	371 aA	1.000 aA	6.200 ± 1.01 aA	+++
李 Cherry plum	1.049 ± 0.06 aA	16	15	236 aA	353 aA	0.938 aA	5.431 ± 1.36 aA	+++
杏 Apricot	1.091 ± 0.11 aA	16	14	240 aA	405 aA	0.875 aA	5.469 ± 0.94 aA	+++
苹果 Apple	0.629 ± 0.07 bB	16	9	168 bB	187 bB	0.563 bB	1.999 ± 0.82 bB	++
梨 Pear	0.616 ± 0.07 bB	16	8	145 bB	172 bB	0.500 bB	1.585 ± 0.59 bB	++
樱花 Cherry	0.583 ± 0.05 bB	16	8	137 bB	148 bB	0.500 bB	1.425 ± 0.41 bB	++
山楂 Hawthorn	0.267 ± 0.01 cC	16	4	58 cC	74 cC	0.250 cC	0.330 ± 0.01 cC	+

表中数据是 5 次重复的平均值且经新复极差测验,同一列数据后标有相同大、小写字母的数据表示在 0.01、0.05 水平差异不显著;+++ 表示最适宜寄主,++ 表示适宜寄主,+ 表示次适宜寄主;下同 Means in the same column follow by a common letter do not differ significantly ($p = 0.05$ and 0.01) according to Duncan's test; +++ is the most suitable host, ++ is suitable host, + is secondary host; Same as follows

2.2 寄主植物对朝鲜球坚蚧适合度的分析

2.2.1 寄主植物对朝鲜球坚蚧适合度的时间格局分析

8 种寄主植物对朝鲜球坚蚧适合度列于表 2。从表 2 可以看出,8 种寄主适合度在一个生长季节内总体变化均表现为弱-强-弱的正态分布形。在 3~10 月桃、梅、李和杏对朝鲜球坚蚧适合度始终比苹果、梨、樱和山楂的高;苹果、梨和樱次之;山楂最差。但在杏树上,虽然 5~6 月份朝鲜球坚蚧及产卵量较大,但其 1~2 龄若蚧的存活率很低,随着杏树在一个生长季节中生长发育,其朝鲜球坚蚧数量及产卵量明显降低,其自然种群增长速度缓慢。

用最短距离法以 SI 、 PI 为指标对朝鲜球坚蚧 3~10 月份测定结果进行系统聚类分析,当阈值 $d = 0.04$ 时可将 8 种寄主植物生长时期聚为 4 个时段。朝鲜球坚蚧对寄主适合度由强到弱依次为第 I 类为 5~6 月份;第 II 类为 7~8 月份;第 III 类为 9~10 月份;第 IV 类为 3~4 月份。这进一步表明朝鲜球坚蚧危害与寄主生长时期的关系较为密切。

2.2.2 不同生长势的寄主对朝鲜球坚蚧适合度的影响

由表 2 可知,好、中和弱 3 种生长势的 8 种寄主对朝鲜球坚蚧适合度高低均呈现桃、梅、李、杏、苹果、梨、樱和山楂顺序排列,都以 6 月份的适合度表现最好,且以寄主生长势好的寄主对朝鲜球坚蚧适合度最高,中等次之,弱的最差。用最短距离法以 SI 、 PI 为指标对好、中和弱 3 种生长势的 8 种寄主对朝鲜球坚蚧在 3~10 月份测试结果进行系统聚类分析,当阈值 $d = 0.16$ 时可将 8 种寄主植物聚为 3 类。8 种寄主对朝鲜球坚蚧对其选择性由强到弱依次为第 I 类为桃、梅、李和杏;第 II 类为苹果、梨和樱花;第 III 类为山楂。

2.3 寄主植物上朝鲜球坚蚧自然种群发展趋势分析

运用种群趋势指数(I)定量评价 8 种寄主植物对朝鲜球坚蚧自然种群增长效应。由表 3 可知,朝鲜球坚蚧在桃、梅、李和杏等寄主植物上的 $I = 5.75 \sim 7.13$,种群增长趋势最快,这说明桃、梅、李和杏最适合该蚧生长发育;其次,苹果、梨和樱等寄主植物上的 $I = 3.36 \sim 3.43$,种群增长趋势居中;而在山楂上的 $I = 1.32$,种群增长趋势较为缓慢。这是由于朝鲜球坚蚧在山楂上产卵量相对较少,且其 1~2 龄若蚧的存活率也很低,这也进一步揭示了山楂是次适宜类寄主的原因。8 种寄主枝条上朝鲜球坚蚧的孵化率和羽化率差异显著,这表明 8

表 2 不同时期和不同生长势的 8 种寄主植物对朝鲜球坚蚱的适合度

寄主 Host		3 月 March		4 月 April		5 月 May		6 月 June		7 月 July		8 月 August		9 月 September		10 月 October	
		SI	PI	SI	PI	SI	PI	SI	PI	SI	PI	SI	PI	SI	PI	SI	PI
桃 Peach	好 Good	0.742	4.271	0.824	4.956	0.896	5.314	0.936	5.763	0.882	5.649	0.877	5.591	0.824	5.190	0.799	4.856
	中 Medium	0.703	4.017	0.774	4.639	0.817	5.291	0.905	5.381	0.865	5.139	0.864	5.066	0.813	5.046	0.785	4.396
	弱 Weak	0.651	2.215	0.671	3.625	0.726	3.809	0.825	3.897	0.818	3.762	0.709	3.589	0.769	3.191	0.718	3.057
梅 Plum	好 Good	0.701	4.083	0.801	4.827	0.881	4.609	0.891	5.649	0.857	5.182	0.863	4.807	0.819	4.872	0.736	4.239
	中 Medium	0.652	3.903	0.728	4.272	0.773	4.328	0.811	5.364	0.835	5.106	0.845	4.723	0.801	4.854	0.702	4.163
	弱 Weak	0.633	3.476	0.624	3.671	0.695	3.709	0.772	3.826	0.809	3.276	0.797	3.115	0.758	3.076	0.689	2.928
李 Cherry plum	好 Good	0.623	3.549	0.720	4.079	0.837	4.278	0.886	5.378	0.804	4.725	0.790	4.419	0.756	4.285	0.692	4.016
	中 Medium	0.617	3.441	0.689	3.988	0.725	4.116	0.803	4.903	0.786	4.569	0.784	4.235	0.753	4.059	0.655	3.823
	弱 Weak	0.550	3.206	0.608	3.501	0.707	3.791	0.779	3.876	0.713	3.804	0.743	3.038	0.706	2.914	0.579	2.509
杏 Apricot	好 Good	0.497	3.636	0.567	4.344	0.794	4.658	0.824	4.955	0.778	4.647	0.697	4.413	0.661	4.089	0.588	3.971
	中 Medium	0.479	3.597	0.515	3.687	0.612	3.459	0.809	4.262	0.641	3.586	0.653	3.309	0.653	3.104	0.507	2.525
	弱 Weak	0.438	3.435	0.469	3.584	0.548	2.987	0.783	3.716	0.616	3.172	0.608	2.967	0.588	2.974	0.474	2.089
苹果 Apple	好 Good	0.457	2.508	0.458	2.515	0.644	2.672	0.714	2.897	0.601	2.743	0.603	2.666	0.581	2.397	0.477	2.238
	中 Medium	0.422	2.295	0.446	2.409	0.539	2.616	0.545	2.713	0.596	2.682	0.597	2.595	0.579	2.281	0.465	2.011
	弱 Weak	0.384	1.594	0.433	1.887	0.511	2.007	0.507	2.145	0.561	2.087	0.559	1.858	0.557	1.785	0.438	1.485
梨 Pear	好 Good	0.379	1.965	0.391	2.280	0.608	2.601	0.615	2.663	0.550	2.480	0.561	2.353	0.548	2.281	0.429	1.980
	中 Medium	0.368	1.937	0.387	2.146	0.484	2.289	0.502	2.321	0.518	2.275	0.544	2.141	0.524	2.075	0.417	1.979
	弱 Weak	0.335	1.172	0.361	1.583	0.463	1.767	0.431	1.835	0.473	1.711	0.519	1.558	0.493	1.355	0.379	1.181
樱花 Cherry	好 Good	0.281	1.733	0.213	2.265	0.512	2.157	0.609	2.358	0.513	2.215	0.475	2.088	0.450	1.758	0.336	1.701
	中 Medium	0.277	1.639	0.203	2.064	0.408	2.121	0.401	2.149	0.402	2.093	0.466	1.975	0.442	1.657	0.320	1.349
	弱 Weak	0.205	1.071	0.184	1.211	0.373	1.447	0.225	1.634	0.291	1.201	0.369	1.114	0.368	1.104	0.258	1.028
山楂 Hawthorn	好 Good	0.328	1.269	0.332	1.467	0.359	1.360	0.381	1.975	0.367	1.700	0.311	1.555	0.291	1.343	0.271	1.171
	中 Medium	0.305	1.061	0.327	1.158	0.355	2.552	0.314	1.664	0.348	1.608	0.303	1.228	0.282	1.138	0.268	1.045
	弱 Weak	0.106	0.773	0.108	0.969	0.121	1.106	0.137	1.077	0.129	1.029	0.117	1.006	0.106	0.915	0.101	0.784

表 3 8 种寄主上朝鲜球坚蚧的自然种群增长趋势

Table 3 The natural population dynamics of *Didesmococcus koreanus* Broch on 8 host plants

寄主 Hosts	卵的存活率 Survival rate of egg	1 龄若蚧存活率 Survival rate of 1st nymphae	2 龄若蚧存活率 Survival rate of 2st nymphae	雌成蚧比例 Proportion of female adult	孵化率 Hatched rate	羽化率 Eclosion rate	种群趋势指数(I) Index of population trend
桃 Peach	0.87 ± 0.12 aA	0.97 ± 0.35 aA	0.96 ± 0.32 aA	0.91 ± 0.52 aA	0.996 ± 0.42 aA	0.985 ± 0.45 aA	7.13 ± 0.25 aA
梅 Plum	0.84 ± 0.10 aA	0.86 ± 0.26 aA	0.96 ± 0.34 aA	0.89 ± 0.35 aA	0.973 ± 0.41 aA	0.978 ± 0.47 aA	6.78 ± 0.45 aA
李 Cherry plum	0.81 ± 0.31 aA	0.85 ± 0.24 aA	0.85 ± 0.14 aA	0.83 ± 0.24 aA	0.965 ± 0.25 aA	0.952 ± 0.31 aA	6.56 ± 0.14 aA
杏 Apricot	0.80 ± 0.11 aA	0.74 ± 0.24 aB	0.69 ± 0.26 aB	0.50 ± 0.58 aA	0.949 ± 0.52 aA	0.967 ± 0.15 aA	6.05 ± 0.26 aA
苹果 Apple	0.59 ± 0.24 bB	0.41 ± 0.41 bB	0.41 ± 0.52 bB	0.40 ± 0.60 bB	0.797 ± 0.44 bB	0.764 ± 0.50 bB	3.43 ± 0.10 bB
梨 Pear	0.56 ± 0.10 bB	0.40 ± 0.14 bB	0.40 ± 0.41 bB	0.39 ± 0.27 bB	0.788 ± 0.50 bB	0.709 ± 0.26 bB	3.40 ± 0.35 bB
樱花 Cherry	0.51 ± 0.11 bB	0.40 ± 0.22 bB	0.39 ± 0.10 bB	0.37 ± 0.62 bB	0.762 ± 0.27 bB	0.726 ± 0.41 bB	3.36 ± 0.58 bB
山楂 Hawthorn	0.38 ± 0.13 cC	0.31 ± 0.30 cC	0.28 ± 0.20 cC	0.23 ± 0.29 cC	0.551 ± 0.01 cC	0.494 ± 0.31 cC	1.32 ± 0.04 cC

种寄主植物皮层内含物可能对卵和若蚧的正常发育有较大影响,且以桃、梅、李和杏寄主上孵化率和孵化率最高;苹果、梨和樱次之;山楂最低。

2.4 寄主枝条物理结构差异分析

已有的报道表明,植物的表皮毛茸、密度、长度等对昆虫取食等有重要作用^[6,7,14~18]。供试 8 种寄主植物枝条表皮毛长度、密度、皮层厚度及枝条直径测量结果见表 4, 8 种寄主植物枝条表皮毛密度、长度、皮层厚度及枝条直径均存在显著差异,都与寄主对朝鲜球坚蚧适合度强弱呈负相关,其中朝鲜球坚蚧适合度最弱的山楂表皮毛密度、长度、皮层厚度及枝条直径分别是适合度最强的桃、梅、李和杏等寄主植物枝条 4 种物理结构指标平均值的 2.73、3.27、2.77 倍和 3.47 倍;适合度弱的苹果、梨和樱次之,约为 2.22 ~ 4.03 倍左右;山楂表皮毛密度为 424 根/cm²。因此,山楂枝条表皮毛密、长、皮层厚且枝条直径最粗,桃、梅、李和杏枝条表皮毛疏、短、皮层薄且枝条直径最细,这表明寄主枝条物理结构特别是表皮毛密度、长度、皮层厚度及枝条直径等影响该蚧的刺吸取食和产卵行为,在寄主物理抗虫性方面起了主要作用。

表 4 8 种寄主植物枝条物理结构特征

Table 4 Physical structure characteristics of branch of 8 host plants

寄主 Hosts	表皮毛密度(No.·cm ⁻²) Hair density	表皮毛长度(μm) Hair length	皮层厚度(mm) Epidermis thickness	枝条直径(cm) Branch diameter
桃 Peach	149 ± 1.26 cC	0.11 ± 0.02 cC	0.10 ± 0.01 cC	3.27 ± 1.07 cC
梅 Plum	155 ± 1.37 cC	0.14 ± 0.01 cC	0.11 ± 0.01 cC	3.46 ± 1.02 cC
李 Cherry plum	158 ± 2.02 cC	0.15 ± 0.04 cC	0.12 ± 0.01 cC	3.65 ± 1.48 cC
杏 Apricot	160 ± 1.98 cC	0.18 ± 0.06 cC	0.14 ± 0.03 cC	3.71 ± 1.26 cC
苹果 Apple	331 ± 3.17 bB	0.30 ± 0.10 bB	0.24 ± 0.05 bB	8.80 ± 2.34 bB
梨 Pear	359 ± 3.49 bB	0.31 ± 0.12 bB	0.26 ± 0.05 bB	8.69 ± 2.06 bB
樱花 Cherry	381 ± 4.35 bB	0.34 ± 0.20 bB	0.27 ± 0.06 bB	8.92 ± 1.98 bB
山楂 Hawthorn	424 ± 5.80 aA	0.46 ± 0.34 aA	0.32 ± 0.08 aA	12.18 ± 3.39 aA

3 结论与讨论

应用选择性指数、危害指数、嗜食性指数和种群趋势指数等 4 种指数系统定量评价了朝鲜球坚蚧对 8 种寄主植物的刺吸取食和产卵的适合度、危害程度以及自然种群增长等的影响。结果表明,朝鲜球坚蚧更趋向在桃、梅、李和杏等寄主植物上刺吸取食和产卵,且孵化率、羽化率和若蚧存活率都较高,4 种指数均较大,桃、梅、李和杏等是朝鲜球坚蚧的最适宜类寄主;苹果、梨和樱是适宜类寄主;山楂是次适宜类寄主。寄主枝条物理结构特别是表皮毛密度、长度、皮层厚度和枝条直径等与该蚧对寄主适合度强弱呈负相关,且起了主要作用。因此,朝鲜球坚蚧对 8 种寄主的刺吸取食嗜好、选择性、寄主适合度、危害程度以及抗虫性不同,这可为该蚧综合治理(integrated pest management, IPM) 提供新的思路和方法。在生产实践中应重点监测该蚧在桃、梅、李、杏和苹果等最适宜类或适宜类寄主上的发生期、发生量;适时调整果树花木布局,尽量减少较适宜类寄主

大面积种植;并且不同寄主合理间种、套种或轮作非寄主植物使某种寄主免受其危害;减少化学农药的运用,达到无公害生产的目的。如可利用杏 5~6 月份对朝鲜球坚蚧适合度较高,但其若蚧存活率低的特点,可少量种植,引诱朝鲜球坚蚧在其上产卵,从而使其在桃、梅等较适宜类寄主上朝鲜球坚蚧种群数量得到有效控制。

昆虫与寄主植物间关系是一种长期互作、协同进化、极为复杂的过程,且受多种因素的影响。寄主枝条物理结构等因素对朝鲜球坚蚧的寄主适合度有较大的影响,在抑制该蚧刺吸取食及产卵等方面起主要作用。同时,朝鲜球坚蚧对 8 种寄主的嗜好程度可能还与枝条的组织结构、表皮细胞形状、皮层颜色、营养成分、枝条中某种挥发性气味物质以及栽培措施等其它因素有关,其关系尚未明确,有待进一步深入研究。明确寄主这些物理抗虫性在寄主对朝鲜球坚蚧适合度方面所起的主要作用,可为果树花木抗虫育种提供理论基础。

References:

- [1] Pang X F, Liang G W. Bio-control in pest population. Beijing: Higher Education Press, 2002. 20—29.
- [2] GU X J, Tian S F. Insect fitness and bio-control in pest. 21st Century Youth Forum, 2001, 23(2):70—74.
- [3] Bai L X, Sun H W, Sun Y W, et al. The host species of *Helicoverpa armigera* Hübner and its fitness. Acta Phytophylasinica Sinica, 1997, 24(1): 1—6.
- [4] Zhang M X, Ling S, Liang G W. Effects of host plants on the fitness and the population dynamics of *Philocotreta stiolia*. Journal of South China Agricultural University, 2004, 25(3):64—66.
- [5] Liu X D, Zhang X X, Zhao N S, et al. Ecological adaptation of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) to cotton developmental stage and temperature. Journal of Nanjing Agricultural University, 2000, 23(4):29—32.
- [6] Lu W, Hou M L, Wen J H, et al. Host leaf age preference of adult *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) and its relationship with offspring performance. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(7): 2948—2953.
- [7] Zhang H J, Li J S, Zhang L P, et al. Evaluation on the host plant species and fitness to vegetable leafminer and its harmfulness. Acta Ecologica Sinica, 2000, 20(1): 134—138.
- [8] Wu J L, Fan M Z, Hu M R, et al. The Regularity of Outbreak and Control Technique of Korea Iecanium, *Didesmococcus korecenus* Borchs. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica, 2006, 15(2):105—108.
- [9] Gu W Z, Kang Y P, Dong J Y, et al. Happened characteristics of *Didesmococcus koreanus* Broch in apricot and control. China Plant Protection, 2005, 25(12):27—28.
- [10] Huang B H. Biological Characteristics of *Didesmococcus koreanus*. Entomology Knowledge, 2006, 43(1):108—111.
- [11] Huang B H, Wang C H. The insecticide 30% Qiang-li-sha-jie for controlling *Didesmococcus koreanus* in plum orchard. Entomology Knowledge, 2005, 42(5):575—577.
- [12] Huang B H, Liu A J. Nearest Neighbor Analysis on the Distribution of *Didesmococcus koreanus* in Plum orchard. Journal of Anhui Technical Teachers University, 2004, 18(6):45—47.
- [13] Huang B H, Zou Y D, Bi S D, et al. Geostatistical analysis on spatial patterns of *Didesmococcus koreanus* Borchs and *Chilocorus rubidus* Hope. China Journal of Applied Ecology, 2003, 14(3):413—417.
- [14] Chiang H S, Norria D M. Soybean resistance to beanflies. In: Visser J. H. & Minks A. K. ed. Proceedings 5th international Symposium on insect—plant Relationship, Pudoc, Wageningen: Center for Agricultural Publishing and Documentation, 1982. 173—179
- [15] Kogan H. Intake and utilization of natural diets by the Mexican bean beetle, *Epilachna varivestis*. A multivariate analysis. In: J. G. Rodriguez. ed. Insect and mite nutrition, Chicago, Univ. of Chicago Press, 1972. 194—201
- [16] Schilinger J S, Galloway R L. Leaf pubescence of wheat as a deterrent to the cereal leaf beetle, *Oulema melanopus*. Ann Ent. Soc. Am., 1968, 61: 900—903.
- [17] Singh B B, Hadley H H, Bernard R L. Morphology of pubescence in soybeans and its relationship to plant vigor. Crop Sci., 1971, 11:13—16.
- [18] Smith R L, et al. Resistance of cotton plant hairs to mobility of first instars of the pink bollworm. J. Econ. Ent., 1975, 68:679—683.

参考文献:

- [1] 庞雄飞,梁广文. 害虫种群的生态控制. 北京:高等教育出版社,2002. 20~29.
- [2] 顾晓军,田素芬. 害虫适合度与害虫生态控制. 21 世纪青年论坛, 2001, 23(2):70~74.
- [3] 柏立新,孙洪武,孙以文,等. 棉铃虫寄主植物种类及其适合性程度. 植物保护学报,1997, 24(1):1~6.
- [4] 张茂新,凌水,梁广文. 不同寄主植物对黄曲条跳甲的适合度及自然种群增长的影响. 华南农业大学学报,2004,25(3):64~66.
- [5] 刘向东,张孝羲,赵娜珊. 棉蚜对棉花生育期及温度条件的生态适应性. 南京农业大学学报, 2000, 23(4):29~32.
- [6] 卢伟,侯茂林,文吉辉,等. 烟粉虱成虫对黄瓜叶龄的喜好性及与后代发育适合度间的关系. 生态学报,2007, 27(7):2948~2953.
- [7] 张慧杰,李建社,张丽萍,等. 美洲斑潜蝇的寄主植物种类、适合度及其为害性的评价. 生态学报,2000,20(1):134~138.
- [8] 吴金亮,樊民周,胡美绒,等. 朝鲜球坚蚧蚧的发生规律和防治技术研究. 西北农业学报,2006,15(2):105~108.
- [9] 谷卫忠,康雅萍,董瑾瑜,等. 朝鲜球坚蚧在大棚杏树上的发生特点及药剂防治试验. 中国植保导刊,2005, 25(12):27~28.
- [10] 黄保宏. 梅树朝鲜球坚蚧的生物学特性. 昆虫知识,2006, 43(1):108~111.
- [11] 黄保宏,王从汉. 30%强力杀蚧防治梅园朝鲜球坚蚧试验. 昆虫知识,2005,42(5):575~577.
- [12] 黄保宏,刘安军. 利用最近邻体法探求朝鲜球坚蚧在梅树上的分布. 安徽技术师范学院学报,2004, 18(6):45~47.
- [13] 黄保宏,邹运鼎,毕守东,等. 朝鲜球坚蚧及黑缘红瓢虫空间格局的地统计学研究. 应用生态学报,2003, 14(3):413~417.