



阎雄飞, 王亚文, 李刚, 贺英, 杨杰, 刘永华. 不同品种枣树对枣飞象成虫寿命和繁殖的影响 [J]. 环境昆虫学报, 2021, 43 (4): 1055 - 1060.

不同品种枣树对枣飞象成虫寿命和繁殖的影响

阎雄飞^{*}, 王亚文, 李刚, 贺英, 杨杰, 刘永华

(榆林学院生命科学学院, 陕西榆林 719000)

摘要: 为了明确不同品种枣树对枣飞象 *Scythropus yasumatsui* 成虫寿命和繁殖的影响, 筛选出枣飞象成虫适宜的枣树品种, 以期对枣飞象建立人工饲养种群和综合治理奠定基础。在室内以木枣、狗头枣、赞皇枣、骏枣和酸枣分别饲养枣飞象成虫, 研究不同品种枣树对枣飞象成虫寿命、产卵前期、产卵期、产卵量、卵孵化率和每雌子代数的影响。不同品种枣树对枣飞象成虫寿命有明显影响, 取食木枣的雌、雄虫寿命最长, 分别为 36.6 ± 1.15 d 和 32.3 ± 1.61 d, 取食酸枣雌、雄虫寿命最短, 分别为 29.8 ± 1.55 d 和 25.6 ± 1.64 d。不同品种枣树对枣飞象成虫产卵前期和产卵率没有明显影响。取食木枣和狗头枣的枣飞象成虫产卵期明显长于赞皇枣、骏枣和酸枣, 取食木枣的枣飞象成虫产卵量和每雌子代数最高, 分别为 76.3 ± 2.87 粒和 67.0 ± 2.7 头, 显著高于其它 4 种枣树, 说明木枣对枣飞象成虫产卵期、产卵量和每雌子代数有明显影响。在室内饲养枣飞象成虫, 木枣是最适宜饲养枣飞象成虫的枣树品种。

关键词: 枣飞象; 枣树品种; 寿命; 繁殖

中图分类号: Q968.1; S433

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2021) 04-1055-06

Effects of different jujube cultivars on the longevity and reproduction of *Scythropus yasumatsui* adults

YAN Xiong-Fei^{*}, WANG Ya-Wen, LI Gang, HE Ying, YANG Jie, LIU Yong-Hua (College of Life and Science, Yulin University, Yulin 719000, Shaanxi Province, China)

Abstract: The purpose of this study was to determine the effects of different jujube cultivars on the longevity and reproduction of *Scythropus yasumatsui* adults, and to select suitable jujube cultivars for jujube weevil. It is expected to lay a foundation for the establishment of artificial breeding population and comprehensive management of jujube weevil. The effects of different jujube cultivars on the longevity, pre-oviposition period, oviposition period, fecundity, egg hatchability and number of offspring per female were studied by feeding the adults of *S. yasumatsui*, with Muzao, Goutouzao, Zanhuanzao, Junzao and Suanzao in the laboratory. The results showed that different jujube cultivars had obvious effects on weight of *S. yasumatsui* adults ($P < 0.05$), The longevity of female and male weevils fed on Muzao were the longest, which were 36.6 ± 1.15 d and 32.3 ± 1.61 d, respectively. The longevity of female and male weevils fed on Suanzao were the shortest, which were 29.8 ± 1.55 d and 25.6 ± 1.64 d, respectively. Different jujube cultivars had no significant effect on the pre-oviposition period and egg hatchability of female weevils. The oviposition period of female weevils fed on Muzao and Goutouzao was longer than Zanhuan, Junzao and Suanzao. The number of eggs laid and offspring per female of *S. yasumatsui* feeding

基金项目: 国家自然科学基金地区科学基金 (31760211); 2020 年陕西省大学生创新创业训练计划 (S202011395036)

^{*} 通讯作者简介: 阎雄飞, 男, 1975 年生, 博士, 教授, 主要研究方向为林木害虫化学生态学, E-mail: yxfei1220@126.com

收稿日期 Received: 2021-02-23; 接受日期 Accepted: 2021-05-31

on Muzao were 76.3 ± 2.87 eggs and 67.0 ± 2.7 head, respectively, which were significantly higher than those of the other four jujube cultivars. The results indicated that Muzao had significant effects on oviposition period, the number of eggs laid and offspring per female of *S. yasumatsui*. Muzao is a suitable jujube variety for raising the adults of *S. yasumatsui* in the laboratory.

Key words: *Scythropus yasumatsui*; different jujube cultivars; longevity; reproduction

枣飞象 *Scythropus yasumatsui*, 别名枣食芽象甲、太谷月象、枣象鼻虫, 隶属鞘翅目 Coleoptera 象甲科 Curculionida, 是枣树萌芽展叶期的一种重要害虫 (任登州和齐向英, 2009; 阎雄飞等, 2020a)。目前该虫在国外未见分布, 在我国所有枣区均有分布, 被国家林业局公布为危险性有害生物之一 (张华普等, 2015), 枣飞象主要以成虫取食枣芽或嫩叶补充营养危害, 经常造成枣芽光秃, 枣枝抽干失绿, 迫使枣树消耗大量营养二次萌芽, 结出小而苦涩枣果或不结果, 严重影响红枣的产量和品质 (王晶玲等, 2017; 阎雄飞等, 2019)。

昆虫取食寄主植物获取营养, 维持其正常生长发育和生命活动需要 (Plessis *et al.*, 2012; 刘志欢等, 2015)。对于成虫期补充营养的植食性昆虫来说, 寄主植物营养质量的好坏直接影响昆虫的寿命和繁殖, 决定着其种群的兴衰 (钦俊德和王琛柱, 2001; 林长春等, 2009; 孙丽娜等, 2015; 朱秀蕾等, 2017)。大部分植食性象甲均有补充营养习性, 高旭等 (2019) 报道以枹树 *Quercus serrata* 的幼果、嫩枝、清水和 10% 蔗糖饲养枹栎象 *Curculio haroldi*, 发现寄主营养的好坏对枹栎象的寿命有明显影响。用不同寄主植物叶片饲养红棕象甲 *Rhynchophorus ferrugineus* 成虫, 发现取食银海枣和华盛顿椰子的红棕象甲寿命和繁殖力显著高于布迪椰子和棕榈 (Ju *et al.*, 2011)。张艳等 (2015) 研究了补充营养对沟眶象 *Eucryptorrhynchus chinensis* 成虫繁殖力的影响, 发现沟眶象取食臭椿 *Ailanthus altissima* 萌生苗、2-3 年生枝条的产卵量和孵化率显著高于苹果块和蜂蜜。寄主植物对植食性象甲的寿命和繁殖有重要影响。

关于枣飞象的研究主要集中在生活史和生物学特性 (贾增波等, 1991; 师光禄等, 2000)、种群空间分布和发生规律 (张锋等, 2016; 洪波等, 2017; 阎雄飞等, 2019)、化学生态学 (阎雄飞等, 2017; 王晶玲等, 2017; 阎雄飞等, 2020a)、化学防治等方面 (高永强等, 2009; 王妍妍等, 2011; 杨斌等, 2019)。迄今为止, 尚未见到寄主植物对

枣飞象成虫寿命和繁殖影响的研究报道。鉴于此, 本研究开展不同品种枣树对枣飞象成虫寿命、产卵量、卵孵化率、每雌子代幼虫数等指标的影响, 筛选出枣飞象成虫适宜的枣树品种, 以期枣飞象室内大规模饲养和综合治理提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

2019 年 3 月 25 日至 3 月 30 日, 在陕西省佳县刘国具镇王元村和郑家沟枣园 ($N38^{\circ}12'44.53''$, $E110^{\circ}25'7.12''$), 在枣树周围, 挖土过 40 目筛, 采集枣飞象的蛹, 带回榆林学院榆林市植物保护重点实验室, 在温度 $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 $50\% \pm 10\%$, 光照周期 16 L:8 D 的人工养虫室内培养, 待成虫羽化后, 选择生长健康, 大小相对一致的成虫供试。

1.2 供试植物材料

试验所用的饲养枣飞象的植物材料为木枣、狗头枣、赞皇枣、骏枣、酸枣的枣芽, 采集自榆林市植物保护重点实验室的实验基地。树龄为 10~12 a, 采集新鲜的 4 a 生枣树带枣芽枝条, 用蒸馏水冲洗干净, 备用。

1.3 枣飞象成虫寿命与繁殖的观测

在人工气候养虫室内, 选择羽化日期相同的枣飞象成虫 5 对, 接入长宽高均为 35 cm 的养虫笼内, 分别饲以木枣、狗头枣、赞皇枣、骏枣、酸枣的 3 a 生枣树带枣芽的水培枝条, 每个品种枣树重复 4 次。每天更换一次带枣芽的水培枝条和清水, 同时检查枣飞象的存活和产卵情况。若发现枣飞象成虫开始产卵, 则将其置于独立的养虫笼内饲养。如果发现枣飞象有死亡的情况, 及时清除死亡的枣飞象。记录每一头枣飞象成虫的存活情况和死亡时间, 同时记录雌性枣飞象的产卵开始日期、停止产卵日期和产卵量。

1.4 枣飞象成虫卵孵化率和每雌子代幼虫数的测定

如果在枣树水培枝条上发现乳白色或淡黄色

的卵粒,用小号毛笔轻轻将枣飞象的卵粒刷到带滤纸的培养皿中,用无菌水清洗3次,移入灭菌的培养皿中,将培养皿置于气候箱内,设置温度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$,相对湿度 $20\% \pm 5\%$,光照周期16 L:8 D的条件下等待卵粒的孵化。每日定时检查卵的孵化情况,每天记录卵的孵化数量,同时统计每头雌虫子代的幼虫数。

1.5 数据分析

将采集到的数据运用 DPS 7.5 软件和与 Excel 2016 进行数据统计和分析,不同品种枣树饲养的枣飞象寿命、产卵前期、产卵期、产卵量,分别采用 Duncan's test 法检验差异的显著性。

2 结果与分析

2.1 不同品种枣树对枣飞象成虫寿命的影响

取食不同品种枣树雌虫的寿命:木枣>狗头枣>赞皇枣>骏枣>酸枣,取食不同品种枣树的雄虫寿命:木枣>狗头枣>骏枣>赞皇枣>酸枣。取食木枣的雌雄虫寿命最长,分别为 36.6 ± 1.15 d 和 32.3 ± 1.61 d,取食酸枣雌雄虫寿命最短分别为 29.8 ± 1.55 d 和 25.6 ± 1.64 d。取食木枣和狗头枣雌虫寿命显著高于狗头枣、骏枣和赞皇枣($P < 0.05$),取食木枣的雄虫寿命显著高于酸枣($P < 0.05$)。说明不同品种枣树对枣飞象成虫寿命有明显影响(表1)。

2.2 不同品种枣树对枣飞象成虫产卵指标的影响

取食不同品种枣树的枣飞象成虫产卵前期:

骏枣>酸枣>赞皇枣>狗头枣>木枣,其中取食木枣的成虫产卵前期最短为 7.8 ± 0.55 d,取食赞皇枣成虫产卵前期最长为 8.4 ± 0.39 d;取食不同品种枣树的成虫产卵前期差异均不显著($P > 0.05$),说明不同品种枣树对枣飞象成虫产卵前期无明显影响。取食不同品种枣树枣飞象成虫产卵期:木枣>狗头枣>赞皇枣>骏枣>酸枣,其中取食木枣和狗头枣的枣飞象成虫产卵期明显长于赞皇枣、骏枣和酸枣($P < 0.05$),说明不同品种枣树对枣飞象成虫产卵期有明显影响。取食不同品种枣树枣飞象成虫产卵量:木枣>狗头枣>赞皇枣>酸枣>骏枣,其中取食木枣的枣飞象成虫产卵量最高,为 76.3 ± 2.87 粒,显著高于其它4种枣树($P < 0.05$),取食赞皇枣的雌虫产卵量最低,为 58.1 ± 2.9 粒,取食狗头枣、赞皇枣、酸枣和骏枣的雌虫产卵量差异不显著($P > 0.05$)。说明不同品种枣树对枣飞象雌虫产卵量有一定影响(表2)。

2.3 不同品种枣树对枣飞象卵孵化率和每雌子代幼虫数的影响

取食不同品种枣树的枣飞象成虫卵孵化率在 $85.7\% \sim 87.6\%$,取食不同品种枣树枣飞象成虫卵孵化率差异不显著($P > 0.05$),说明不同品种枣树对枣飞象卵孵化率影响不大。取食木枣的枣飞象每雌子代数最高为 67.0 ± 2.7 头,及显著高于其它4种枣树($P < 0.01$),取食赞皇枣的枣飞象每雌子代数最低为 51.9 ± 3.2 头,说明取食木枣对枣飞象每雌子代数有明显影响(图1)。

表1 枣飞象成虫取食不同品种枣树的寿命

Table 1 Longevity of *Scythropus yasumatsui* adult feeding on different jujube cultivars

枣树品种 Jujube cultivars	寿命 (d) Longevity			
	雌虫 Female adult	范围 Range	雄虫 Male adult	范围 Range
木枣 Muzao	36.6 ± 1.15 Aa	28 ~ 49	32.3 ± 1.61 Aa	18 ~ 45
狗头枣 Goutouzao	33.4 ± 1.31 ABab	24 ~ 47	30.1 ± 1.94 Aab	19 ~ 44
赞皇枣 Zanhuangzao	31.7 ± 1.23 ABb	24 ~ 43	27.2 ± 1.89 Aab	17 ~ 44
骏枣 Junzao	30.3 ± 0.99 Bb	23 ~ 41	28.1 ± 2.18 Aab	18 ~ 47
酸枣 Suanzao	29.8 ± 1.55 Bb	21 ~ 45	25.6 ± 1.64 Ab	16 ~ 43

注:表中数据为平均值 \pm 标准误;同列数据后标有不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),标有不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$)(Duncan氏多重比较法)。下同。Note: Data in the table were mean \pm SE, and followed by different small letters in the same column indicated significant difference at 0.05 level, while followed by different capital letters indicated extremely significant difference at 0.01 level. (Duncan's multiple range test). The same as follow.

表 2 不同品种枣树对枣飞象成虫产卵指标的影响

Table 2 Effects of different jujube cultivars on oviposition indexes of *Scythropus yasumatsui*

枣树品种 Jujube cultivars	产卵前期 (d) Pre-oviposition period	产卵期 (d) Oviposition period	产卵量 (粒/雌) Fecundity
木枣 Muzao	7.8 ± 0.55 Aa	24.8 ± 1.22 Aa	76.3 ± 2.87 Aa
狗头枣 Goutouzao	7.9 ± 0.50 Aa	21.3 ± 1.38 ABb	65.1 ± 3.43 ABb
赞皇枣 Zanzhuangzao	8.1 ± 0.45 Aa	20.9 ± 1.23 ABb	58.1 ± 2.91 Bb
骏枣 Junzao	8.4 ± 0.39 Aa	19.7 ± 1.11 Bb	60.3 ± 3.75 Bb
酸枣 Suanzao	8.2 ± 0.53 Aa	19.1 ± 1.05 Bb	62.4 ± 3.53 Bb

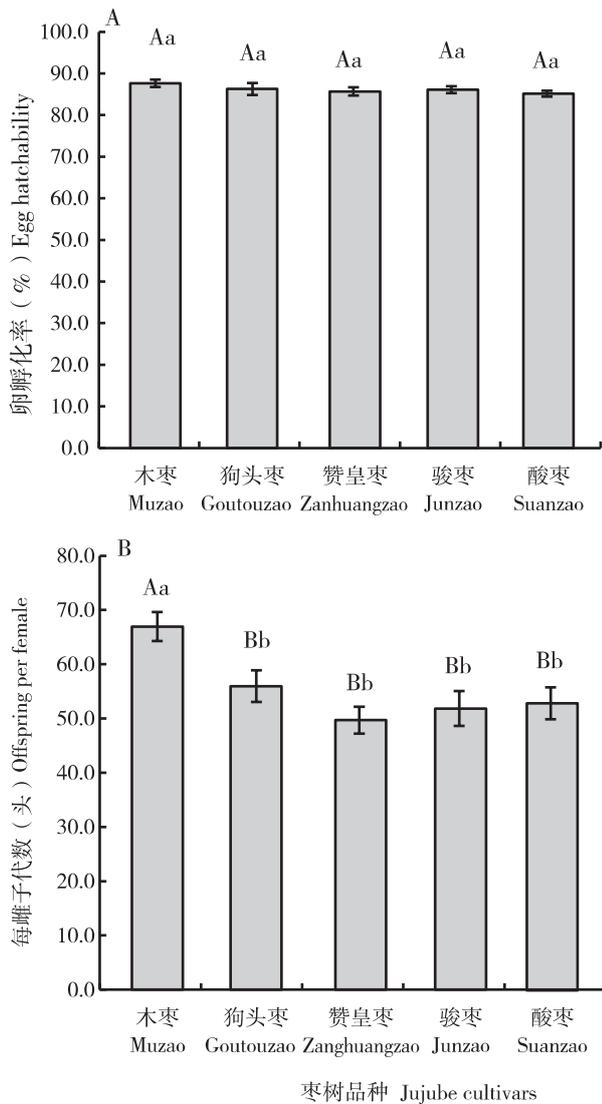


图 1 不同品种枣树对枣飞象卵孵化率 (A) 和每雌子代幼虫数 (B) 的影响

Fig. 1 Effects of different jujube cultivars on egg hatchability (A) and offspring per female (B) of *Scythropus yasumatsui*

3 结论与讨论

成虫期补充营养是很多植食性象甲的重要习性, 寄主植物营养直接关系到象甲成虫的寿命和繁殖 (赵艳等, 2014), 这在栗剪枝象 *Cyllerhynchites ursulus* (陈顺立等, 1997)、枹栎象 (高旭等, 2009)、红棕象甲 (Ju *et al.*, 2011)、臭椿沟眶象 (张艳等, 2015) 和栗实象 *Curculio davidi* (唐洪普等, 2016) 等植食性象甲中已经得到了证实。枣飞象是我国枣树的一种重要害虫, 通过取食枣树的枣芽或嫩叶补充营养从而危害枣树 (师光禄等, 2000; 张锋等, 2019)。本研究发现不同品种枣树对枣飞象成虫的寿命有明显影响, 取食木枣的枣飞象成虫寿命最长, 取食骏枣和赞皇枣的枣飞象成虫寿命较短, 说明与其它品种枣树相比, 木枣芽是饲养枣飞象的最适宜材料。不同学者报道的枣飞象雌雄成虫寿命差异较大, 杜仙当 (1997) 和师光禄等 (2000) 研究发现, 自然条件下, 田间枣飞象雌成虫的寿命为 33 ~ 65 d, 雄成虫寿命为 25 ~ 49 d。贾增波等 (1991) 报道枣飞象雌雄成虫寿命为 30 ~ 40 d。在室内饲养枣飞象, 其雌成虫寿命为 21 ~ 49 d, 雄成虫寿命为 16 ~ 47 d。出现室内饲养的枣飞象成虫出现寿命比自然条件下略短的情况, 主要原因可能是在自然条件下, 枣飞象成虫在田间选择适宜品种枣树补充营养, 室内枣飞象为强迫取食, 不能选择寄主补充营养, 可能导致枣飞象寿命变短。

寄主植物营养对不同植食性昆虫产卵前期和孵化期有不同的影响, 不同品种枣树对枣飞象产卵前期和孵化率无明显影响, 这和涂业苟等 (2019) 对松褐天牛 *Monochamus alternatus* 和阎雄

飞和刘永华(2012)对光肩星天牛 *Anoplophora glabripennis* 的研究结果一致。取食木枣的产卵期最长为 8.4 d, 说明取食木枣能促进枣飞象性成熟。取食不同品种枣树的枣飞象成虫卵孵化率在 85.7%~87.6%, 这同师光禄等(2000)等报道枣飞象卵的平均孵化率超过 80%, 研究结果一致。不同品种枣树对枣飞象成虫的产卵期、产卵量和每雌子代幼虫数有明显的差异。取食木枣补充营养的枣飞象成虫产卵期最长、产卵量最多、每雌子代数最多。说明取食木枣补充营养, 明显延长了枣飞象成虫的产卵期, 增加了产卵量, 提高了子代的成活率。总之, 木枣是枣飞象补充营养的最适宜寄主, 枣飞象是一种多食性害虫, 目前报道的寄主有桑树、榆树、槐树、枣树等(刘艳萍, 2009; 阎雄飞等, 2020b)。目前尚未见到寄主植物对枣飞象成虫寿命和繁殖的影响方面的研究报道。本试验供试的狗头枣、赞皇枣、酸枣、骏枣, 在寿命、产卵期、产卵量和每雌子代数等指标没有明显差异, 都能使枣飞象完成正常交配、产卵和卵孵化, 说明 5 种枣树对枣飞象的抗性差异不大, 木枣是饲养枣飞象的最适宜寄主, 究竟木枣芽中含有什么样的营养成分能延长枣飞象的寿命和提高繁殖指标, 需要进一步研究。从实验室饲养枣飞象的角度来看, 木枣是饲养枣飞象成虫的最适宜枣树品种, 可以用来繁殖枣飞象人工种群; 从枣飞象田间防治角度来看, 木枣可作为引诱树种来监测和诱集枣飞象成虫, 进行早期的预测预报和控制。

参考文献 (References)

- Chen SL, He KB, Ye JX, et al. Bionomics of *Cyllerhynchites ursulus* (Roel) and its control [J]. *Journal of Fujian College of Forestry*, 1997, 17 (4): 322-325. [陈顺立, 何克波, 叶剑雄, 等. 栗剪枝象鼻虫生物学特性及防治 [J]. 福建林学院学报, 1997, 17 (4): 322-325]
- Du XD. Biological characteristics and control of *Scythropus yasumatsui* [J]. *Shanxi Fruits*, 2007, 2: 43. [杜仙当. 枣飞象生物学特性及防治 [J]. 山西果树, 2007, 2: 43]
- Gao X, Cao L, Xiao ZS, et al. Effect of supplementary nutrition on adult lifetime of acorn weevils (*Curculio haroldi*) [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2009, 5: 718-722. [高旭, 曹林, 肖治术, 等. 补充营养对枹栎象成虫寿命的影响 [J]. 昆虫知识, 2009, 5: 718-722]
- Gao XF, Li HL, Wang RJ. Defense response of tea plants induced by *Mylokerinus aurolinealis* Voss damage [J]. *Acta Botanica Boreali-*
- Occidentalia Sinica*, 2019, 39 (11): 1943-1951. [高香凤, 李慧玲, 王让剑. 茶丽纹象甲为害诱导的茶树防御反应分析 [J]. 西北植物学报, 2019, 39 (11): 1943-1951]
- Gao YQ, Lu LH, Zhang X, et al. Tests of several chemical on the control of *Scythropus yasumatsui* [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2009, 24 (6): 106-108. [高永强, 路丽华, 张欣, 等. 几种药剂防治酸枣食芽象甲试验 [J]. 西北林学院学报, 2009, 24 (6): 106-108]
- Hong B, Zhang F, Li YM, et al. Spatial distribution of *Scythropus yasumatsui* Knoet Morimoto adults in jujube orchard of Northern Shaanxi [J]. *Plant Protection*, 2017, 43 (6): 113-117, 122. [洪波, 张锋, 李英梅, 等. 食芽象甲成虫在陕北枣园的空间分布格局 [J]. 植物保护, 2017, 43 (6): 113-117, 122]
- Jia ZB, Liu QX, Liu HY. Preliminary observation on the life habit of and its control *Scythropus yasumatsui* [J]. *Journal of Gansu Forestry Science and Technology*, 1991, 2: 49-50. [贾增波, 刘启雄, 刘鸿源. 枣芽象甲生活习性初步观察及其防治 [J]. 甘肃林业科技, 1991, 2: 49-50]
- Ju RT, Wang F, Wan FH, et al. Effect of host plants on development and reproduction of *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) (Coleoptera: Curculionidae) [J]. *Journal of Pest Science*, 2011, 84 (1): 33-39.
- Lin CC, Lai MH, Lu G, et al. Impacts of adult feeding materials on female reproduction capacity of *Monochamus alternatus* Hope [J]. *Forest Research*, 2003, 16 (4): 398-403. [林长春, 赖明惠, 陆高, 等. 补充营养材料对松褐天牛雌成虫繁殖力的影响 [J]. 林业科学研究, 2003, 16 (4): 398-403]
- Liu YP, Liu YL, Liu YJ. Techniques on control of pest and disease attacking *Zizyphus jujuba* in Northern Shaanxi [J]. *Shaanxi Forest Science and Technology*, 2009, 5: 31-34. [刘艳萍, 刘耀兰, 刘雅娟. 陕北枣树病虫害防治技术的探讨 [J]. 陕西林业科技, 2009, 5: 31-34]
- Liu ZH, Lu XJ, Ning WS, et al. Effects of seven species of forest plants on feeding and fecundity of *Holotrichia oblita* [J]. *Journal of Plant Protection*, 2015, 42 (5): 749-754. [刘子欢, 陆秀君, 宁文烁, 等. 7 种林木植物对华北大黑鳃金龟取食和繁殖的影响 [J]. 植物保护学报, 2015, 42 (5): 749-754]
- Plessis HD, Byrne MJ, Berg JVD. The effect of different host plants on the reproduction and longevity of *Nysius natalensis* [J]. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2012, 145 (3): 209-214.
- Qin JD, Wang TZ. The relation of interaction between insects and plants to evolution [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2001, 44 (3): 360-365. [钦俊德, 王琛柱. 论昆虫与植物的相互作用和进化的关系 [J]. 昆虫学报, 2001, 44 (3): 360-365]
- Ren DZ, Qi XY. Preliminary study on the control of *Scythropus yasumatsui* in Northern Shaanxi [J]. *Journal of Hebei Agricultural Sciences*, 2009, 13 (6): 40-41. [任登州, 齐向英. 陕北地区枣食芽象甲防治初探 [J]. 河北农业科学, 2009, 13 (6): 40-41]

- Shi GL, Fan BH, Jia FB, et al. Studies on the occurrence and copulation behavior of *Scythropus yasumatsui* Kono et Morimoto. In: Li DM, eds. Chinese Entomology Towards the 21st Century – The Chinese Society of Insects in 2000 Academic Essays [C]. Yichang: China Science and Technology Publishing House, 2000: 589 – 593. [师光禄, 樊宝华, 贾光彪, 等. 枣飞象发生规律及交配行为的研究. 见: 李典谟主编, 中国昆虫学会. 走向 21 世纪的中国昆虫学——中国昆虫学会 2000 年学术年会论文集 [C]. 宜昌: 中国科学技术出版社, 2000: 589 – 593]
- Sun LN, Qiu GS, Zhang HJ, et al. Growth, development and reproduction of the summer fruit tortrix moth, *Adoxophyes orana beijingensis* (Lepidoptera: Tortricidae), on four host plants [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2015, 58 (1): 53 – 59. [孙丽娜, 仇贵生, 张怀江, 等. 苹小卷叶蛾在四种寄主植物上的生长发育及繁殖 [J]. 昆虫学报, 2015, 58 (1): 53 – 59]
- Tang HP. Discussion on damage regularity and treatment methods of chestnut main pest *Curculio davidi* Fairmaire [J]. *Horticulture & Seed*, 2016, 9: 60 – 62. [唐洪普. 板栗主要虫害栗实象为害规律及防治方法探析 [J]. 园艺与种苗, 2016, 9: 60 – 62]
- Tu YG, Yu AL, Que SQ, et al. Effects of different host plants on longevity and reproduction of *Monochamus alternatus* Hope adults [J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2019, 32 (8): 1801 – 1804. [涂业苟, 喻爱林, 阙生全, 等. 不同寄主植物对松褐天牛成虫寿命和繁殖的影响 [J]. 西南农业学报, 2019, 32 (8): 1801 – 1804]
- Wang JL, Hong B, Chen ZJ, et al. The olfactory response of *Scythropus yasumatsui* to volatiles of different jujube cultivars [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2017, 39 (6): 1191 – 1197. [王晶玲, 洪波, 陈志杰, 等. 食芽象甲对不同品种枣树植物挥发物的嗅觉反应 [J]. 环境昆虫学报, 2017, 39 (6): 1191 – 1197]
- Wang YY, Zhang ZY, Zhang LB, et al. Occurrence regularity and control technology of *Scythropus yasumatsui* [J]. *Modern Rural Science and Technology*, 2011, 2: 20 – 20. [王妍妍, 张泽勇, 张立宝, 等. 枣树食芽象甲发生规律与防治技术 [J]. 现代农村科技, 2011, 2: 20 – 20]
- Yan XF, Liu YH. Host plant effects on weight, longevity, fecundity and hatching rate of *Anoplophora glabripennis* Motschulsky [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2012, 28 (25): 52 – 56. [阎雄飞, 刘永华. 4 种寄主对光肩星天牛成虫体重、寿命、产卵量和孵化率的影响研究 [J]. 中国农学通报, 2012, 28 (25): 52 – 56]
- Yan XF, Liu YH, Li G, et al. EAG and olfactory behavioral responses of *Scythropus yasumatsui* to seven volatiles from the *Zizyphus jujube* [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2017, 54 (4): 621 – 628. [阎雄飞, 刘永华, 李刚, 等. 枣飞象对枣树七种挥发物 EAG 和嗅觉行为反应 [J]. 应用昆虫学报, 2017, 54 (4): 621 – 628]
- Yan XF, Liu YH, Wang YW, et al. EAG and behavioral responses of *Scythropus yasumatsui* (Coleoptera: Curculionidae) to volatiles from the common jujube (*Zizyphus jujube*) [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2020, 63 (8): 981 – 991. [阎雄飞, 刘永华, 王亚文, 等. 枣飞象对枣树植物挥发物的 EAG 和行为反应 [J]. 昆虫学报, 2020, 63 (8): 981 – 991]
- Yan XF, Pu TX, Li G, et al. Spatial distribution of *Scythropus yasumatsui* adults and sampling techniques for this species in the Jujube growing region of Northern Shaanxi [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2019, 56 (3): 585 – 594. [阎雄飞, 蒲泰勋, 李刚, 等. 枣飞象成虫在陕北枣区的空间分布型及抽样技术 [J]. 应用昆虫学报, 2019, 56 (3): 585 – 594]
- Yan XF, Wang YW, Li G, et al. Trapping efficacy of different attractants and traps on *Scythropus yasumatsui* adults in field [J]. *Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition)*, 2020, 44 (4): 125 – 130. [阎雄飞, 王亚文, 李刚, 等. 不同配方引诱剂和诱捕器对枣飞象成虫田间诱集效果 [J]. 南京林业大学学报 (自然科学版), 2020, 44 (4): 125 – 130]
- Yang B, Zhang N, Yan XF, et al. Control efficiency of several pesticides on *Scythropus yasumatsui* Kono et Morimoto [J]. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 2019, 47 (4): 668 – 672. [杨斌, 张楠, 阎雄飞, 等. 几种杀虫剂对枣飞象的防治效果 [J]. 山西农业科学, 2019, 47 (4): 668 – 672]
- Zhang F, Hong B, Li YM, et al. Forecast and control of *Scythropus yasumatsui* [J]. *Northwest Horticulture*, 2016, 5: 32 – 33. [张锋, 洪波, 李英梅, 等. 枣食芽象甲测报与防治 [J]. 西北园艺, 2016, 5: 32 – 33]
- Zhang F, Hong B, Wang YZ, et al. Observation of antennal ensile from *Scythropus yasumatsui* (Coleoptera: Curculionidae) with scanning electron microscope [J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2019, 28 (8): 1373 – 1379. [张锋, 洪波, 王远征, 等. 枣食芽象甲触角传感器的扫描电镜观察 [J]. 西北农业学报, 2019, 28 (8): 1373 – 1379]
- Zhang HP, Shen RQ, Kang PZ. Occurrence, damage and risk analysis of *Scythropus yasumatsui* in jujube orchard in Ningxia [J]. *China Fruits*, 2015, 3: 381 – 390. [张华普, 沈瑞清, 康萍芝. 食芽象甲在宁夏枣园的发生危害及风险分析 [J]. 中国果树, 2015, 3: 381 – 390]
- Zhang Y, Wu ZM, Yang P, et al. Effect of nutritional supplement on the fecundity of *Eucryptorrhynchus chinensis* Olivier [J]. *Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition)*, 2015, 39 (5): 183 – 186. [张艳, 武政梅, 杨鹏, 等. 补充营养对沟眶象成虫繁殖力的影响 [J]. 南京林业大学学报 (自然科学版), 2015, 39 (5): 183 – 186]
- Zhao Y, Gao XY, Xiao C. Advance of weevils host selection behavior research [J]. *Journal of Agricultural Catastrophology*, 2014, 4 (7): 18 – 21, 46. [赵艳, 高晓余, 肖春. 象甲科昆虫寄主选择行为研究进展 [J]. 农业灾害研究, 2014, 4 (7): 18 – 21, 46]
- Zhu XL, Lu XJ, Liu ZH, et al. Effects of six weeds on herbivory and fecundity of northern China scarab beetle *Holotrichia obliqua* [J]. *Journal of Plant Protection*, 2017, 44 (2): 351 – 352. [朱秀蕾, 陆秀君, 刘子欢, 等. 六种杂草对华北黑鳃金龟甲取食和繁殖的影响 [J]. 植物保护学报, 2017, 44 (2): 351 – 352]