

不同管理枣林枣粘虫 (*Ancylis sativa*) 天敌 功能团的组成及动态

王有年¹, 苗振旺², 李登科³, 师光禄^{1,*}

(1. 北京农学院农业应用新技术北京市重点实验室, 北京 102206; 2. 山西省森林病虫害防治检疫站, 太原 030012;
3. 山西省农科院, 太原 030000)

摘要:枣粘虫 (*Ancylis sativa*) 是枣树主要的食叶和蛀果害虫, 为了控制其危害, 2004 年在太谷地区对 4 种不同处理枣林的枣粘虫天敌发生与态势进行了系统的调查研究, 结果表明种草综合防治枣林枣粘虫天敌昆虫的物种数比种草常规防治枣林、未种草综合防治枣林和未种草常规防治枣林分别增加 37.2%、84.4% 和 118.5%, 个体数分别增加 39.2%、91.0% 和 187.4%, 枣粘虫幼虫和蛹的寄生率分别增加 46.94% 和 31.27%、35.21% 和 21.99%、116.42% 和 60.33%; 综合防治枣林区草蛉类和寄生性天敌类的丰盛度明显大于 ($P < 0.05$) 化学防治的枣林, 而瓢虫类与蜘蛛类则明显小于 ($P < 0.05$) 化学防治的枣林, 食虫蝽类与其它捕食性天敌则是种草枣林区大于未种草枣林区; 枣林种草后天敌的恢复与重建速率提高了 50% ~ 81%; 种草枣林多样性的标准误明显减小, 相关性测定表明枣粘虫天敌功能团与物种的优势度、多样性、均匀度的变化趋势较为一致, 均极显著 ($P < 0.01$) 相关。

关键词:枣林; 枣粘虫 (*Ancylis sativa*); 天敌功能团; 动态

文章编号: 1000-0933(2008)03-1158-08 中图分类号: Q968, S718.7, S763.3 文献标识码: A

Comparison analyses of the functional groups of natural enemy of *Ancylis sativa* (Lepidoptera: Tortricidae) in jujube forestry with different managements

WANG You-Nian¹, MIAO Zhen-Wang², LI Deng-Ke³, SHI Guang-Lu^{1,*}

1 Key laboratory of New Technology of Agricultural Application of Beijing, Beijing 102206, China

2 Forest Diseases and Insect Pests Control and Quarantine Station of Shanxi Province, Taiyuan 030012, China

3 Shanxi Agricultural Academy of Science, Taiyuan 030000, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(3): 1158 ~ 1165.

Abstract: To understand the ecological impact both intercropped herbages and management methods in jujube plantation on natural enemies and *Ancylis sativa*, during March 10 to September 30 in 2004 a systematic survey was conducted under four

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30170759, 30571506); 北京市自然科学基金重点资助项目(6071001); 北京市科委区县专项资金项目(2006); 北京市教委平台建设项目(2006); 北京市教委都市农业学科群建设项目(XK100190553); 北京市属市管高校人才强教计划(PXM2007-014207-044536)和北京市属市管高校人才引进计划(PXM2007-014027-044538)

收稿日期:2006-09-29; **修订日期:**2007-12-29

作者简介:王有年(1951 ~), 男, 北京人, 教授, 主要从事果树优质生态安全. E-mail: wynbac@sohu.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: glshi@126.com

Foundation item: The project was financially supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 30170759, 30571506), the Key Natural Science Foundation of Beijing Municipality (No. 6071001), the Beijing Municipal Sci-technology Committee (No. 2006), the Beijing Municipal Education Committee (No. 2006), Beijing Municipal Education Commission Urban Agriculture Disciplines Development Project (No. XK100190553), Talents enhance teaching program for colleges and universities in Beijing (No. PXM2007-014207-044536), Talents introduction program for colleges and universities in Beijing (No. PXM2007-014207-044538)

Received date: 2006-09-29; **Accepted date:** 2007-12-29

Biography: WANG You-Nian, Professor, mainly engaged in fruit tree ecology and safety. E-mail: wynbac@sohu.com

treatments toward the jujube trees that were all in 10-years old and in full fruit production in a jujube plantation that is located 2.5 km west of Taigu (111°32'E, 37°26'N, 781.9 m elevation) in Shanxi Province, China. Among the four different treatments, two of them applied intercropped herbage treatment (*Lotus comiculotus*), and other two without herbage treatment. In each treatment, five trees chosen by the chessboard sampling method were used to monitor and record the population dynamics of natural predators in every 10 days. Each treatment was performed in triplicate. The natural enemies were distinguished based on their trophic relationships and taxonomy. Abundance and dominance of species, diversity indices of community were used to analyze and compare the successions of natural enemies in the four different treatments.

Compared with conventional management jujube field intercropped with herbage, integrated pest management jujube field without herbage, and conventional management jujube field without herbage, we found that the species of natural enemies of *Ancylis sativa* in the jujube plantations intercropped with herbage and applied IPM increased by 37.2%, 84.4% and 118.5%, respectively; and the individual number of natural enemies of *Ancylis sativa* by 39.2%, 91.0% and 187.4%, respectively. Parasitic ratio of the larvae and pupa of *Ancylis sativa* increased by 46.94% and 31.27%, 35.21% and 21.99%, and 116.42% and 60.33% respectively. Abundances of lacewings and parasite natural enemies of *Ancylis sativa* in the jujube plantations under the integrated pest management were significantly larger than the chemically controlled jujube plantations ($P < 0.05$). On the contrary, the abundances of spiders and ladybirds were significantly smaller than their respective counterparts ($P < 0.05$). Also in the jujube plantation with the herbage treatment, predatory bugs and other predators were significantly larger ($P < 0.05$) than those in without intercropped herbage.

The velocity of comeback and rebuild of natural enemies of *Ancylis sativa* in the jujube plantations with intercropped herbage enhanced by 50%—81% compared with those in without intercropped herbage. Standard error of diversity in the jujube plantations with intercropped herbage was significantly smaller than its counterpart ($P < 0.05$). Further statistical analysis revealed a close correlation ($P < 0.01$) of the dynamic changes of the dominance, diversity and evenness between functional groups of natural enemies and species in the investigated jujube plantation.

Key Words: jujube forestry; *Ancylis sativa*; functional groups of natural enemy; dynamic

枣粘虫(*Ancylis sativa*)是枣树芽叶、枣花与枣果的重要害虫^[1,2],枣林生命表的研究表明,自然天敌是造成枣粘虫卵、幼虫和蛹死亡的主要原因^[3]。近年来,由于频繁施药,天敌的丰富度和多度下降是造成枣粘虫种群波动的重要人为因子。因此,实施以保护利用天敌为主的枣林害虫的综合防治措施一直是科研工作者追求的目标。枣粘虫天敌种类多、数量大,枣林不同发育阶段其种类、数量及时空生态位不同,从而控害作用亦呈现时空上的序列性和阶段性。已往对枣林天敌研究的工作较少,并且通常集中在研究天敌对枣树害虫控制作用的数量单相关关系或者从群落的水平来分析枣林生物结构的多样性、丰富度^[4~6],这些均不能直观、准确地对比反应出不同牧草和防治措施对不同枣粘虫天敌功能团时空动态的影响及其控害效果。本文选取间种牧草和单种枣林区,分别采用常规防治(CPM)和综合防治(IPM),把枣粘虫天敌分成几个功能团,依据枣粘虫的种群发生动态,比较和分析天敌功能团的数量、多样性和丰富度变化以及施药后天敌功能团在各个不同时期的恢复和重建速率,以期对间种牧草枣林的天敌保护利用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验处理

试验在山西省太谷县 10 年生的枣林中进行。设 4 个处理:A:种草综合防治——间种扁茎黄芪 *Astragalus complanatus*、免耕蓄草、采取综合防治措施;B:种草常规防治——间种扁茎黄芪、免耕蓄草、采取常规的防治措施;C:不种草综合防治——不间种扁茎黄芪、不留任何杂草或其它间作物、采取综合防治措施;D:不种草常规防治——不间种扁茎黄芪、不留任何杂草或其它间作物、采取常规的化学防治措施。每个处理设 3 个重复,每

个重复枣林的标地面积均不小于 666m^2 。综合防治林采用冬季结合修剪刮树皮及早春翻树盘和树干基部环涂药膏以降低枣树害虫越冬基数,枣树发芽期采用性信息素诱捕法控制芽期食叶害虫,枣树开花座果期(6月15~16日)与枣果膨大着色期(8月22~23日)根据预测预报及防治指标,结合叶面施肥分别喷施灭幼脲1号(20%胶悬剂) $100\text{ml}\cdot 666\text{m}^{-2}$ 及植物源生物农药(试验品) $120\text{ml}/666\text{m}^2$ 各一次进行调治。常规防治枣林每年共用药5次,第1次在枣树发芽前期的4月22~23日喷20%康福多(Imidacloprid) $30\text{ml}/666\text{m}^2$;第2次在枣树发芽期的5月8~9日喷2.5%的溴氰菊脂(Deltamethrin)乳油50g;第3次在枣树开花幼果期的6月22~23日喷44%的多虫清(Cypermethrin)乳油30g+50%托尔克(Torque)乳油 $100\text{g}/666\text{m}^2$;第4次在枣果膨大期的7月26~27日喷2.5%的三氯氟氰菊脂(Cyhalothrin)乳油50g+5%卡死克(Cascade) $10\text{g}/666\text{m}^2$,第5次在枣果膨大期的8月24~25日喷20%的灭扫利(Meothrin)乳油50g+73%克螨特(Propargite) $100/666\text{m}^2$ 。除此之外,试验区的地势、地貌、土质、栽培管理等自然条件均基本一致。

1.2 调查方法

枣树树冠上的系统调查,在每块标地中,采用五点式抽样方法选择有代表性的枣树5株,从2005年3月10日开始至9月30日为止,每隔10d调查1次,共21次,系统调查枣树上枣粘虫及其天敌的种类和数量。每株树分东、西、南、北4个方位的上、中、下3个层次,首先检查在树冠上的枣粘虫及活动性大的天敌,然后调查树上所有的枣粘虫及天敌。对不能飞翔和飞翔能力弱的天敌采用常规调查法,记录其种类和数量;对善于飞翔、跳跃的天敌采用网捕法,即在调查点的附近扫网5次,记录其种类与数量^[6~8]。

1.3 数据处理

枣粘虫天敌功能团划分是把枣粘虫捕食性天敌依据系统分类和食性特点,分为瓢虫类、食虫蝽类、草蛉类、蜘蛛类、其它捕食者和枣粘虫寄生性天敌六大类别。群落多样性(biodiversity)指数 H' 、丰盛度 P 、优势度指数 D 、均匀度指数 J' ,采用Shanon-Winner信息量指数的计算方法。所有计算采用SPSS(1999)软件处理。不同处理的多重比较采用Duncan法^[9,10]。

2 结果与分析

2.1 枣粘虫天敌种类的组成

调查结果表明枣林枣粘虫天敌昆虫9目27科59种,其中瓢虫类9种,食虫蝽类和草蛉各为8种,蜘蛛为14种,寄生性天敌为15种。从物种数来看,种草综合防治枣林枣粘虫天敌昆虫比其它3种枣林分别增加37.2%(B)、84.4%(C)和118.5%(D),从个体数来看,分别增加39.2%(B)、91.0%(C)和187.4%(D)。主要天敌有:枣盲蛇蛉 *Inocellia* sp.、龟纹瓢虫 *Propylaea japonica* Thunberg、异色瓢虫 *Leis axyridis* (Pallas)、大红瓢虫 *Rodolia rufopilosa* Mulsant、褐蚁 *Lasius fuliginosus* Latr.、红蚂蚁 *Tetramorium* sp.、叶色草蛉 *Chrysopa phyllochroma* Wesmael、中华草蛉 *C. sinica* Tjeder、大草蛉 *C. septempunctata* Wesmael、晋草蛉 *C. shansiensis* Kuwayama、隐翅甲 *P. aed erus* sp.、姬猎蝽 *N. abis* sp.、微小花蝽 *Orius minutus* Linnaeus、异须盲蝽 *Campylomma diversicornis* Reuter、棕管巢蛛 *Clubiona japonicola* Bosenberg et Stran、星豹蛛 *Pardosa astrigera* L. Koch、狼蛛 *P. ardosatinsignita* Boes. et Str.、草间小黑蛛 *Erigonidium graminicolum* Sundevall、卷叶蛛 *Dictyna* sp.、三突花蛛 *Misumenopus tricuspidata* Fabricius、蚁型狼蟹蛛 *Thanatus formicinus* Clerck、温室希蛛 *Achaearanea tepidariorum* Koch、黑亮腹蛛 *Singa hamata* Clerck、枣粘虫寄蝇 *Frontina* sp.、卷叶蛾小姬蜂 *Megastis* sp.、螟黄赤眼蜂 *Trichogramma aconfusum* Viggian、侧沟茧蜂 *Microplitis mediator* Haliday、齿唇姬蜂 *Campoletis chloridae* Uchida、多胚跳小蜂 *Litomastix* sp. 等。

2.2 枣粘虫天敌发生的动态

2.2.1 捕食性天敌数量发生动态

研究结果表明,种草综合防治枣林(A)捕食性天敌数量比其它3种枣林分别增加41.9%(B)、103.8%(C)和221.3%(D),种草常规防治枣林(B)捕食性天敌数量比未种草枣林分别增加43.6%(C)和126.5%(D),而未种草的综合防治枣林(C)比未种草的常规防治枣林(D)增加57.7%。从数量发生动态来看(图

1), 3 月上旬至 6 月中旬综合防治枣林捕食性天敌总量一直呈上升趋势。6 月 20 日和 8 月 30 日综防枣林的天敌数量出现“低谷”, 是由于施药所致; 采用综合防治措施后, 第一次施药后的 4~5d, 种草与未种草枣林捕食性天敌数量恢复了 57.1% 和 38.1%, 即种草后天敌的重建率提高了 50%; 而第二次施药后的 7~8d, 种草与未种草枣林捕食性天敌数量恢复了 52.8% 和 29.2%, 即种草后天敌的重建率提高了 81%; 就常规防治枣林来看, 由于施药频繁, 加之天敌群落十分脆弱, 枣林捕食性天敌数量的恢复与重建远低于综合防治枣林区, 即仅为综防区的 37.3% 和 22.6%。由此可见, 枣林间种牧草不仅有利于提高天敌的种群数量, 同时在受到外界干扰后也能得到迅速的恢复与重建。

2.2.2 天敌功能团数量动态

将 4 种不同处理枣园枣粘虫天敌功能团的组成列

于表 1。由表 1 结果表明, 不同处理枣林的个体数与丰盛度有明显的差异 ($P < 0.05$)。从天敌功能团的个体数来看, 种草综合防治枣林区 > 种草常规防治枣林区 > 不种草综合防治枣林区 > 不种草常规防治枣林区。从 4 种处理枣林不同天敌功能团的丰盛度的对比来看, 综合防治枣林区草蛉类和寄生性天敌类的数量明显大于 ($P < 0.05$) 化学防治的枣林, 而瓢虫类与蜘蛛类则明显小于 ($P < 0.05$) 化学防治的枣林, 食虫蝽类与其它捕食性天敌则是种草枣林区大于未种草枣林区。由此可见, 枣林种草有助于增加天敌的种群数量, 而施用农药对草蛉和寄生性天敌的影响较大, 对瓢虫和蜘蛛影响相对较小。

表 1 不同处理枣林枣粘虫天敌功能团数量(头/株)及丰富度(%) 的比较

Table 1 The comparison of the total number and abundance of natural enemy functional groups of *Ancylis sativa* per plant in the jujube forestry of different treatments

项目 Item		处理 Treatments			
		A	B	C	D
瓢虫类 Ladybirds	个体数 Individuals	114.0 ± 4.177a	100.7 ± 7.343b	68.7 ± 6.185c	78.3 ± 2.143c
	丰盛度 Rich degree	0.150 ± 0.005c	0.227 ± 0.012b	0.173 ± 0.016c	0.296 ± 0.009a
食虫蝽类 Predatory bugs	个体数 Individuals	121.3 ± 9.365a	82.3 ± 5.168b	48.3 ± 3.791c	35.0 ± 1.764d
	丰盛度 Rich degree	0.160 ± 0.013a	0.152 ± 0.012ab	0.122 ± 0.010c	0.132 ± 0.006bc
草蛉类 Lacewings	个体数 Individuals	132.3 ± 8.342a	66.7 ± 5.966c	109.0 ± 6.438b	25.3 ± 1.953d
	丰盛度 Rich degree	0.174 ± 0.011b	0.121 ± 0.009c	0.274 ± 0.016a	0.096 ± 0.007d
蜘蛛类 Spiders	个体数 Individuals	114.7 ± 8.846a	109.3 ± 3.421b	32.7 ± 1.171d	61.3 ± 0.962c
	丰盛度 Rich degree	0.151 ± 0.012c	0.201 ± 0.008b	0.082 ± 0.003d	0.232 ± 0.004a
其它捕食性天敌 Other predators	个体数 Individuals	115.3 ± 7.351a	62.3 ± 5.796b	34.7 ± 3.097c	22.3 ± 1.388d
	丰盛度 Rich degree	0.152 ± 0.010a	0.115 ± 0.012b	0.087 ± 0.008c	0.085 ± 0.006c
寄生性天敌类 Parasite	个体数 Individuals	162.0 ± 7.638a	124.3 ± 7.820b	104.3 ± 2.365c	42.0 ± 2.906d
	丰盛度 Rich degree	0.213 ± 0.010b	0.184 ± 0.011c	0.262 ± 0.005a	0.159 ± 0.011d

A: 种草综合防治 Integrated pest management jujube field intercropped with herbage; B: 种草常规防治 Conventional management jujube field intercropped with herbage; C: 不种草综合防治 Integrated pest management jujube field without herbage; D: 不种草常规防治 Conventional management jujube field without herbage; 同一行的 a, b, c, d 表示不同处理在 5% 水平上的显著差异 Different lowercase in the same row represents significant difference at $p \leq 0.05$ between treatments in same year; 下同 The same below

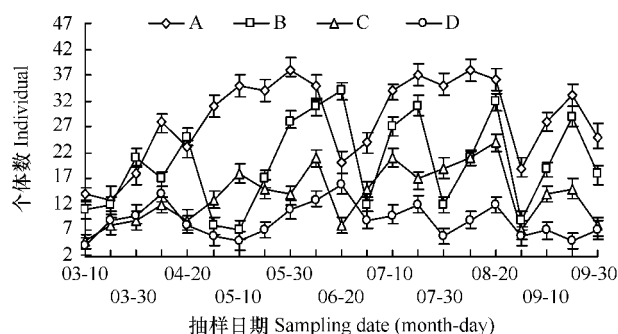


图 1 不同枣林枣粘虫捕食性天敌数量的季节动态

Fig. 1 Seasonal dynamics of predators in integrated pest management jujube field intercropped with herbage (A), conventional management jujube field intercropped with herbage (B), integrated pest management jujube field without herbage (C), and conventional management jujube field without herbage (D)

2.2.3 天敌功能团数量的季节发生动态

将4种处理枣林每次调查的天敌功能团数量进行整理,然后计算每个处理每次平均每株所得的天敌功能团数量,将计算结果作图2。由此可见不同处理枣林天敌功能团数量的季节发生动态各不相同。在种草综合防治枣林区,除2次用药后发生明显波动外,天敌功能团数量的变化比较平稳,寄生性天敌出现了4个高峰,分别在5月10日、5月20日、8月20日和9月20日,而草蛉主要发生在枣树发育的前期,即从4月中旬到5月的下旬。从用药5~10d后天敌功能团的恢复速度来看,草蛉类>寄生性类>蜘蛛类>食虫蝽类>瓢虫类>其它捕食类,其丰富度分别恢复到 0.225 ± 0.012 、 0.188 ± 0.014 、 0.183 ± 0.017 、 0.164 ± 0.021 、 0.152 ± 0.009 和 0.143 ± 0.018 ;在种草常规防治枣林区,由于化学农药的作用,致使天敌功能团数量随季节变化较大,尤其是用药后的影响较大,降幅明显,此外,瓢虫出现过2次高峰,分别在6月20日和8月20日,蜘蛛出现过2次高峰,分别在7月10日和9月20日。从用药5~10d后天敌功能团的恢复速度来看,明显小于种草综合防治区,并且蜘蛛类>瓢虫类>寄生性类>食虫蝽类>草蛉类>其它捕食类,其丰富度分别恢复为 0.112 ± 0.015 、 0.099 ± 0.016 、 0.098 ± 0.006 、 0.078 ± 0.012 、 0.057 ± 0.007 和 0.056 ± 0.008 ;在未种草综合防治区,天敌功能团数量的变化比较平稳,草蛉类分别于7月10日和8月20日出现过2次高峰。从用药5~10d后天敌功能团的恢复速度来看,寄生性类>草蛉类>瓢虫类>食虫蝽类>蜘蛛类>其它捕食类,其丰富度分别恢复到 0.293 ± 0.005 、 0.219 ± 0.013 、 0.170 ± 0.014 、 0.146 ± 0.003 、 0.098 ± 0.002 和 0.074 ± 0.019 ;在未种草常规防治枣林区,瓢虫出现过3次高峰,分别在4月20日、6月20日和9月20日。从用药5~10d后天敌功能团的恢复速度来看,瓢虫类>蜘蛛类>食虫蝽类>寄生性类>其它捕食类>草蛉类,其丰富度分别恢复到 0.137 ± 0.014 、 0.119 ± 0.024 、 0.109 ± 0.017 、 0.063 ± 0.014 、 0.037 ± 0.021 和 0.036 ± 0.017 ;从整体上看,综合防治枣林区天敌功能团恢复能力较强的为草蛉类与寄生性类,而化学防治枣林区为瓢虫类和蜘蛛类。

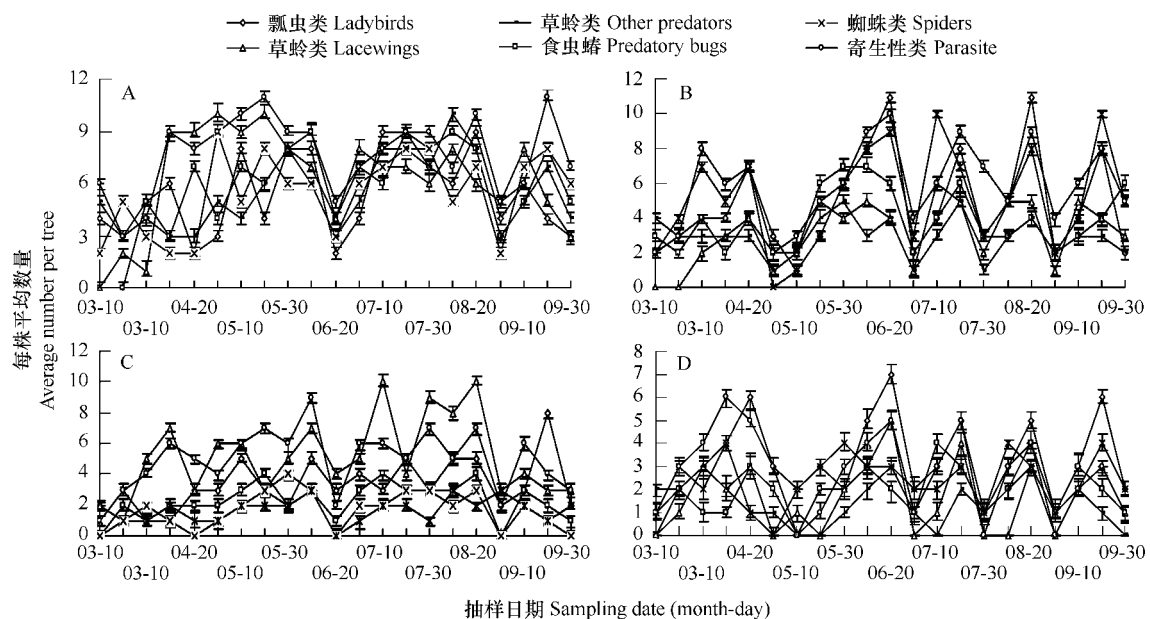


图2 不同处理枣林天敌功能团数量的季节发生动态

Fig. 2 Seasonal dynamics of natural enemies functional groups in integrated pest management jujube field intercropped with herbage (A), conventional management jujube field intercropped with herbage (B), integrated pest management jujube field without herbage (C), and conventional management jujube field without herbage (D)

2.2.4 寄生性天敌的控制作用

调查结果表明,不同处理枣林,天敌对枣粘虫的寄生率也不尽相同(表2)。由表2可见,种草综合防治枣林区枣粘虫第一代幼虫和蛹的寄生率明显大于其它3种处理枣林,从寄生率的标准误差来看,未种草枣林区明

显大于种草枣林区;而其它各代有虫和蛹的寄生率则是种草综合防治枣林区 > 不种草综合防治枣林区 > 种草常规防治枣林区 > 不种草常规防治枣林区。由此可见,施用化学农药对寄生性天敌有明显的负面影响,而种草有利于提高天敌对枣粘虫的控制作用。

表 2 不同处理枣林区枣粘虫幼虫或蛹的寄生率(%)的比较

Table 2 The comparison of parasitic rate (%) of *Ancylis sativa* larvae, pupa in per tree in the jujube forestry of different treatment

项目 Item		处 理 Treatments			
		A	B	C	D
幼虫 Larvae	第一代 1 st generation	13.997 ± 0.095a	11.860 ± 0.056b	9.347 ± 0.240c	7.457 ± 0.173d
	第二代 2 nd generation	16.150 ± 0.108a	9.587 ± 0.236c	11.537 ± 0.196b	6.390 ± 0.159d
	第三代 3 rd generation	20.610 ± 0.217a	13.097 ± 0.062c	16.657 ± 0.291b	9.607 ± 0.216d
合计 Total (平均数) (mean ± SE)		16.919 ± 1.124a	11.514 ± 0.593b	12.513 ± 1.251b	7.818 ± 0.546c
蛹 Pupa	第一代 1 st generation	8.633 ± 0.171a	7.607 ± 0.155b	6.453 ± 0.242c	5.650 ± 0.208d
	第二代 2 nd generation	11.653 ± 0.227a	8.530 ± 0.153c	9.550 ± 0.232b	7.420 ± 0.179d
	第三代 3 rd generation	15.787 ± 0.218a	11.343 ± 0.236c	12.567 ± 0.169b	9.430 ± 0.200d
合计 Total (平均数) (mean ± SE)		12.024 ± 1.197a	9.160 ± 0.649b	9.8567 ± 0.857b	7.500 ± 0.630c

2.3 枣粘虫天敌群落稳定性

2.3.1 天敌功能团多样性

种草综合防治枣林区平均每次调查的天敌物种为(8.17 ± 2.24)种,个体数为(36 ± 0.529)个,种草常规防治区为(6.67 ± 2.35)种,个体数为(26 ± 0.524)个,未种草综合防治为(5.13 ± 3.10)种,个体数为(19 ± 0.335)个,未种草常规防治区为(3.89 ± 3.11)种,个体数为(13 ± 0.317)个。种草综合防治枣林区天敌功能团平均多样性指数为(2.968 ± 0.156),比其它3种处理枣林增加38.5%(B)、69.3%(C)和132.4%(D),其它3种处理枣林天敌功能团平均多样性指数分别为(2.143 ± 0.191)(B)、(1.753 ± 0.2134)(C)和(1.277 ± 0.276)(D);种草综合防治枣林区天敌功能团平均优势度指数为(0.432 ± 0.043),比其它3种处理枣林减少9.43%(B)、17.71%(C)和23.13%(D),其它3种处理枣林天敌功能团平均多样性指数分别为(0.477 ± 0.039)(B)、(0.525 ± 0.041)(C)和(0.562 ± 0.033)(D);种草综合防治枣林区天敌功能团平均均匀度指数为(0.685 ± 0.042),比其它3种处理枣林增加11.9%(B)、26.4%(C)和108.84%(D),其它3种处理枣林天敌功能团平均多样性指数分别为(0.612 ± 0.024)(B)、(0.542 ± 0.042)(C)和(0.328 ± 0.037)(D);从多样性标准差可以看出,多样性波动幅度为:种草综合防治枣林区 > 种草常规防治枣林区 > 不种草综合防治枣林区 > 不种草常规防治枣林区。在枣树发育前期,种草枣林区由于牧草的激引,使得周遍多种天敌向枣林迁入,多样性达到高峰,数量的发展也较均衡;喷施农药后多样性显著降低。

2.3.2 功能团多样性与物种多样性的关系

将枣粘虫天敌功能团与物种多样性进行相关性测定结果列与表3,由表3结果表明,4种处理枣林枣粘虫天敌功能团与物种的优势度、多样性、均匀度的变化趋势较为一致,均极显著($P < 0.01$)相关,可见用功能团来代替物种进行枣林枣粘虫天敌群落学研究是切实可行的,其对应的相关系数表现为:未种草常规防治区 > 未种草常规防治区 > 种草常规防治区 > 种草综合防治区。由此说明枣林间种牧草增加了天敌的种群数量,化学农药是抑制或破坏枣林天敌扩繁增殖的重要原因之一,这两种因素致使未种草常规防治园天敌种类趋于简单,从而模糊了未种草常规防治枣林天敌功能团内天敌之间的差异性。

3 结论与讨论

枣园间种牧草是充分利用土地与自然资源,改善生态环境,实现枣树生产可持续发展和有害生物生态调控的有效途径^[11],枣园采用综合防治有助于天敌的保护和利用,而化学防治是导致天敌种群数量减少的主要原因^[12]。从本文的研究结果可见,枣林种草不仅提高了枣粘虫天敌功能团的种群数量,尤其是改善了枣林寄生性天敌功能团控制枣粘虫的稳定性和持续性。另外,从枣粘虫天敌功能团多样性与物种多样性相关性的变

化趋势较为一致,可见用枣粘虫天敌功能团替代物种进行枣粘虫天敌群落学的研究是切实可行的,它可以简化物种间复杂的网络关系。枣林种草结合综合防治不仅增加了枣林植被的多样性,扩大了枣粘虫天敌功能团的生态容量,同时充分地利用了土地与自然资源,改善了枣林的生态环境,促进枣树生产的可持续发展,对提高枣林经济、社会和生态效益均具有一定的现实意义。

表3 枣粘虫天敌功能团多样性与物种多样性的相关系数

Table 3 Related coefficients of diversity between functional groups of natural enemies and species

项目 Item	相关项目 Related items	相关系数 Related coefficients	概率值 Probability
A	$D_1 - D_2$	0.87563 **	0.0013
	$H'_1 - H'_2$	0.78945 **	0.0010
	$J'_1 - J'_2$	0.67589 **	0.0012
B	$D_1 - D_2$	0.90023 **	0.0011
	$H'_1 - H'_2$	0.88967 **	0.0014
	$J'_1 - J'_2$	0.91011 **	0.0012
C	$D_1 - D_2$	0.87868 **	0.0013
	$H'_1 - H'_2$	0.85324 **	0.0015
	$J'_1 - J'_2$	0.89021 **	0.0012
D	$D_1 - D_2$	0.95876 **	0.0011
	$H'_1 - H'_2$	0.92231 **	0.0016
	$J'_1 - J'_2$	0.94368 **	0.0012

D: 优势度 dominance, H' : 多样性 diversity, J' : 均匀度 evenness; 1: 功能团 functional groups, 2: 物种 species; * * 差异极显著 ($P < 0.01$)

Double asterisk means significantly differences ($P < 0.01$)

在枣林生态系统中,枣粘虫的发生危害程度与天敌功能团的组成及其发生态势,直接受枣林人为因素的干预。而保芽、保花和保果,实践无公害管理是红枣生产的主要目标。枣粘虫在北方枣区1年发生3~4代,以蛹过冬,因此通过刮树皮等措施来压低越冬蛹是减少枣粘虫为害的重要环节。枣粘虫第一代幼虫主要为害枣芽,发生在4月底和5月初,如果此间采用化学农药控制此危害不利用枣粘虫天敌功能团种群数量的增殖,若通过枣林种草及冬季或早春的刮树皮等农业防治措施,不仅利于枣粘虫的控制及其天敌功能团种群数量的扩增,也利于利用自然天敌控制其它食叶害虫如枣步曲、食芽象甲的危害。5月下旬至6月上旬是枣树花盛期,也是枣粘虫第二代幼虫为害的高峰期,通过造林种草结合叶面施肥喷洒生物制剂来控制枣粘虫的危害,既起到增强树势提高座果的作用,对枣粘虫及其它花器害虫的控制和天敌的保护利用均能起到较好的作用。8月间是枣果膨大着色期,也是第三代枣粘虫幼虫蛀果危害期。在种草结合综合防治的枣林,被天敌寄生的枣粘虫幼虫和蛹较高,此时如果结合人工释放天敌和生物农药调治,不仅利于降低蛀果率和保护天敌,对绿色无公害红枣的生产和造林环境生态的保护均能起到积极的作用。

References:

- [1] Li L C, Li L Z, Fan Y L, et al. Chinese jujube pests. Beijing: China Agricultural Press, 1992.
- [2] Shi G L, Zheng W Y, Dang Z P, et al. Fruit pests. Beijing: China Agricultural Press, 1994.
- [3] Shi G L, Liu X Q, Li J, et al. Studies on the life table of *Ancylis sativa*. Sci Silv Sin, 1995, 31(6): 520—527.
- [4] Shi G L, Li L C, Zhang Y M, et al. A preliminary study on *inocellia* sp. — an important natural enemy of jujube pests. J Shanxi Agric Univ, 1992, (supp): 21—23.
- [5] Shi G L, Cao H, Liu S Q, et al. Community succession patterns of pest and natural enemy in jujube orchard ecosystems. Chin J Appl Ecol, 2005, 16(11): 2130—2134.
- [6] Adans J. The definition and interpretation of guild structure in ecological communities. J Anim Ecol, 1985, 54: 43—59.

- [7] LaMondia J A, Elmer W H, Mervosh T L, *et al.* Integrated management of strawberry pests by rotation and intercropping. *Crop Prot*, 2002, 21: 837 — 846.
- [8] Lewis W J, Takasa K. Use of learned odours by parasitic wasp in accordance with host and food needs. *Nature*, 1990, 348(6302): 635 — 636.
- [9] Simpson E H. Measurement of diversity. *Nature*, 1949, 163: 688
- [10] SPSS Inc. SPSS Base 10.0 User's Guide. SPSS, Chicago, IL, 1999.
- [11] Shi G L, Ma F L, Huang L, *et al.* The Sustainable method of ecological regulation and management of jujube yard pests. *J Shanxi. Agri. Univ.*, 2003, 23(3): 220 — 223.
- [12] Shi G L, Liu X Q, Wang M Q, *et al.* Studies on the structure of the insect community and the effect of integrated pest management. *Scientia Silvae Sinicae*, 1998, 34(1): 58 — 64.

参考文献:

- [1] 李连昌, 李利贞, 范永亮, 等. 中国枣树害虫. 北京: 中国农业出版社, 1992.
- [2] 师光禄, 郑王义, 党泽普, 等. 果树害虫. 北京: 中国农业出版社, 1994.
- [3] 师光禄, 刘贤谦, 李捷, 等. 枣蠹翅小卷蛾自然种群生命表的研究. *林业科学*, 1995, 31(6): 52.
- [4] 师光禄, 李连昌, 张玉梅, 等. 枣树害虫的重要天敌-枣盲蛇蛉研究初报. *山西农业大学学报*, 1992. (suppl): 21 ~ 23.
- [5] 师光禄, 曹挥, 刘素琪, 等. 枣园生态系统中害虫与天敌群落演替规律的研究. *应用生态学报*, 2005, 16(11): 2130 ~ 2134.
- [11] 师光禄 马福丽 黄丽, 等. 枣园有害生物可持续生态调控的对策. *山西农业大学学报*, 2003, 23(3): 220 ~ 223.
- [12] 师光禄, 刘贤谦, 王满全, 等. 枣树昆虫群落结构及综合治理效应的研究. *林业科学*, 1998, 34(1): 58 ~ 64.