

文章编号:1001-7380(2020)01-0032-10

# 徐州市林业害虫的捕食性天敌昆虫调查与分析

郭同斌

(徐州市林业技术推广中心, 江苏 徐州 221009)

**摘要:**采用踏查和灯诱等方法,系统调查了徐州市林业害虫的捕食性天敌昆虫种类、寄主和分布等情况,并根据分布范围和成虫标本采集总数,将捕食性天敌种类划分为优势种类、常见种类和稀有种类。调查结果显示,徐州市共有捕食性天敌7目26科107种,对比历史上已有记载的7目15科49种,此次仅调查到26种,另新增记录58种。调查到的84种捕食性天敌(隶属于7目25科)中,在全市分布较广的常见种类达41种,其余43种为稀有种类,仅分布在1—2个县(市、区)。41种常见种类中,分布广且成虫标本数超过10枚的优势种类共14种,分别为半翅目的暴猎蝽、褐负蝽,鞘翅目的绿步甲、黄斑青步甲、中华婪步甲、黑缘红瓢虫、异色瓢虫、十二斑褐菌瓢虫,膜翅目的陆马蜂,双翅目的黑带食蚜蝇、中华食虫虻,蜻蜓目的黄蜻和脉翅目的中华草蛉及螳螂目的中华大刀螂等。该调查首次系统查明了徐州市捕食性天敌昆虫的种类,初步掌握了它们的寄主、分布和发生等资源现状,为开展美国白蛾和杨小舟蛾等重要林业害虫的本土捕食性天敌昆虫生物学特性和保护利用技术研究提供了科学依据。

**关键词:**林业害虫;捕食性天敌;种类;优势种类;常见种类;稀有种类;调查;徐州市

中图分类号:Q968.1;S769.1

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2020.01.007

## Investigation on predators of forest insect pests in Xuzhou Prefecture

Guo Tongbin

(Xuzhou City Forestry Technique Extension Center, Xuzhou 221009, China)

**Abstract:** The species, hosts and distribution of predators preying forest insect pests in Xuzhou Prefecture were systematically investigated by personal inspection and light trap from 2015 to 2017, and these predators could be categorized into dominant species, common species and rare species according to the distribution range and the total number of adult specimens. Investigation results showed that 107 species of predators belonging to 26 families of 7 orders were found, including 49 species (belonging to 15 families of 7 orders, but 26 species only found in this investigation) recorded in historical investigations and 58 species newly found in Xuzhou City. Among 84 predator species (belonging to 25 families of 7 orders), 41 common species distributed in 3 counties in Xuzhou Prefecture, and the others were rare species, which distributed in 1—2 counties. Fourteen dominant species, distributed widely with total number of adult specimens over 10 such as *Agriosphodrus dohrni*, *Diplonychus rusticus* (Hemiptera), *Carabus smaragdinus*, *Chlaenius micans*, *Harpalus sinicus*, *Chilocorus rubidus*, *Harmonia axyridis*, *Vibidiaduodecimguttata* (Coleoptera), *Polistes rothneyi grahami* (Hymenoptera), *Episyrphus balteatus*, *Ommatius chinensis* (Diptera), *Pantala flavescens* (Odonata), *Chrysopa sinica* (Neuroptera), and *Tenodera sinensis* (Mantodea). This survey systematically identified the species of predators in Xuzhou Prefecture, preliminarily fixed their host, distribution and occurrence, etc., which will provide scientific foundation for studying on biological characteristics, protection and utilization of the native species preying such important pests as *Hyphantria cunea* and *Micromelalopha troglodyta*.

**Key words:** Forest insect pests; Predator; Species; Dominant species; Common species; Rare species; Investigation; Xuzhou Prefecture

收稿日期:2019-10-13;修回日期:2019-12-14

**基金项目:**江苏省林业有害生物普查项目(苏林检[2014]8号);中央财政林业科技推广项目“美国白蛾等重大林业害虫生物防治技术示范推广”(苏[2018]TG06);徐州市科技计划项目“美国白蛾核型多角体病毒增殖及应用技术研发”(KC18130)

**作者简介:**郭同斌(1967-),男,江苏高邮人,博士,研究员级高级工程师。从事林业有害生物防治技术与推广。E-mail: 511389884@qq.com。

林业害虫及其天敌昆虫为森林生态系统的重要组成成员,其中天敌昆虫是控制害虫种群数量的一个不可忽视、并具有举足轻重作用的关键因素。在较为复杂的森林生态环境中,天敌昆虫与寄主害虫既相互依存,又相互制约,常使害虫维持为一个较稳定的种群,在害虫综合治理和生物防治中占有重要地位<sup>[1]</sup>。捕食性天敌昆虫在猎物体外活动,与猎物关系不很密切,食性较杂,发育过程中需要捕食多个猎物个体才能完成生发育,因而易与寄生性天敌昆虫(至少幼虫阶段寄生在体内或体外,离开寄主不能独立生活,与寄主关系较密切,且仅寄生1个寄主个体)相区别<sup>[2]</sup>。我国天敌资源丰富,利用历史悠久。早在1600 a前就利用黄猢蚁(*Oecophylla smaragdina*)防治柑橘害虫,是最早利用天敌防治害虫的国家<sup>[1,3-4]</sup>。徐州市位于江苏省西北部,黄淮海平原南缘,属南暖温带,地处我国南北气候的过渡地带,森林资源总量位居全省前列,林业害虫及其天敌种类众多。当地林业部门先后于1980—1982年、1988—1990年(沛县)和1991—1994年(铜山县)进行过3次森林病虫害普查,普查名录记载和近年来报道的捕食性天敌近50种<sup>[5-10]</sup>,但有关徐州本土天敌资源的系统调查并未见报道。为此,笔者结合2015—2017年开展的林业有害生物普查,对徐州市林业害虫的捕食性天敌昆虫资源进行了广泛深入调查,以期今后捕食性天敌生物学研究与开发利用等提供科学参考。

## 1 调查方法

### 1.1 调查范围与重点

调查范围涉及徐州市下辖的11个县(市、区)。城区和铜山、贾汪部分重点镇由市林业技术推广中心承担调查任务,其余分别由所在县(市、区)森林病虫害检疫防治站承担。调查林地涉及全市有林地和苗圃、果园、桑园等。平原农区重点调查云龙潘塘,开发区大庙、徐庄、大黄山,丰县凤城,沛县沛城、鹿楼,铜山张集、房村、棠张,睢宁睢城,邳州八路,新沂唐店和贾汪大泉等镇杨树林网、林带、成片林和围村林(桑、桃、梨、苹果等果树林及柳、榆、槐、柿、椿、楝、枫杨、泡桐等乡土树种林)害虫的捕食性天敌昆虫;丘陵山区调查云龙山、天齐山、龙腰山、凤凰山、虎山、走马山、楚王山、崛山、大洞山和铜山赵疃林场、吕梁林场、新沂马陵山林场、贾汪青年林场等丘陵山地侧柏纯林及近10 a新造混交林(由

榆、槐、楝、椿、榉、乌桕、女贞、黄连木等树种混交而成)害虫的捕食性天敌;城市园林调查徐州城区彭园、淮塔、云龙湖、大龙湖、云龙公园、东坡广场、泉山森林公园和矿业大学南湖校区等园林植物(悬铃木、栎树、朴树、重阳木、石楠、黄杨、海桐等)害虫的捕食性天敌;特色经济林调查市林果场和铜山邓楼果园的苹果、梨,邳州铁富银杏及新沂沐河板栗等经济林害虫的捕食性天敌。

### 1.2 调查方法

采取踏查和灯诱等方法,调查捕食性天敌的种类、寄主和分布等情况。踏查前查阅、参考徐州市3次病虫害普查资料及近年来的防治情况<sup>[5-10]</sup>,了解历史记载天敌的种类和分布等,为设计踏查线路提供依据。根据天敌及其寄主害虫的生物学,在害虫发生盛期进行踏查。城区和各县(市、区)分别设计踏查线路3—5条,每10—15 d对全部踏查线路进行1轮外业调查,3 a共踏查近1000次。在每个踏查点采集发现的天敌成虫、幼(若)虫标本,详细记录天敌种类、捕食寄主或栖息植物及采集地等,并用带微距镜头的尼康D810相机拍摄天敌生态图片。在市林果场、赵疃林场和马陵山林场等20多个样点设立黑光灯,逐日收集诱到的天敌标本,毒死后置于三角纸包内,放入盛有生石灰的标本缸中保存。

### 1.3 标本鉴定

对外业采集和灯诱的天敌标本及时进行制作、保存,拍摄的图片整理后保存于电脑内。通过直接观察或解剖镜下观察,利用文献、资料及检索表等工具对天敌标本和图片进行分类鉴定;外部形态特征相近难区分的种类,送请南京林业大学郝德君教授和江苏省林业科学研究院刘云鹏副研究员等专家鉴定。

### 1.4 汇总分析

对各县(市、区)调查采集的捕食性天敌鉴定结果进行汇总,编制全市捕食性天敌昆虫名录。对制作的天敌成虫标本数量进行统计,参照参考文献[11]的方法,根据分布范围与标本总数等因子,划分捕食性天敌的优势种类、常见种类和稀有种类。

## 2 结果与分析

查阅并统计1982年全省森林病虫害普查名录记载徐州有分布的<sup>[5]</sup>和沛县1990年、铜山县1994年普查名录记载的<sup>[6-7]</sup>及2000年以来相关研究文献报道的<sup>[8-10]</sup>天敌昆虫种类,发现徐州市历史记载林业

害虫的捕食性天敌昆虫共 49 种,隶属 7 目 15 科,其中,此次调查到的有 26 种,另 23 种未调查到,这次调查新增记录 58 种,共调查到 84 种,隶属于 7 目 25 科(见表 1,2,3)。因此,徐州市有记载的捕食性天敌为 107 种,隶属于 7 目 26 科。此次调查到的天敌种数,较历史有记载的增加了 35 种。

依据捕食性天敌的分布范围和 3 a 调查采集制作的成虫标本总数,将捕食性天敌种类划分为优势种类、常见种类和稀有种类<sup>[11]</sup>,划分标准见表 4。

2.1 半翅目

历史记载半翅目捕食性天敌 7 种,此次调查到 4 种,新增记录 8 种,共调查到 12 种,包括蝽科 3 种、猎蝽科 6 种、蝎蝽科 1 种和负子蝽科 2 种,以猎蝽科种类最多,占调查到总种数的 50.0%,未调查到的 3 种也均为猎蝽科,表明半翅目捕食性天敌的主要种类为猎蝽科昆虫(见表 1,2,3)。由表 3 中的分布范围和标本采集制作数量可知,半翅目捕食性天敌常见种类有蠊蝽(*Arma chinensis*)、益蝽(*Picromerus lewisi*)、蓝蝽(*Zicrona caerulea*)、暴猎蝽(*Agriosphodrus dohrni*)、黑红赤猎蝽(*Haematoloecha nigrorufa*)、短斑普猎蝽(*Oncocephalus confusus*)和褐负蝽(*Diplonychus rusticus*) 7 种,在多数县(市、区)(3 个以上,标本数>2,下同)调查到,表明其分布范围较广;其余 5 种标本数较低(绝大多数 1—2 枚,个别 3—5 枚,下同),或仅拍摄到照片,为稀有种类,分布范围较窄[仅分布于 1 或 2 个县(市、区),下同];常见种类中以暴猎蝽和褐负蝽标本数较高且分布广[标本数≥10,分布 4 个以上县(市、区),下同],表明它们为优势种类。

2.2 鞘翅目

历史记载鞘翅目 21 种,此次调查到 12 种,新增 17 种,共调查到 29 种,包括叩甲科 1 种、步甲科 16 种、虎甲科 4 种和瓢虫科 8 种,以步甲科和瓢虫科种类较多,占调查到总种数的 82.8%,未调查到的 9 种天敌有 8 种为步甲科和瓢虫科,表明鞘翅目捕食性天敌的主要种类为步甲科和瓢虫科昆虫(见表 1,2,3)。由表 3 中的分布范围和标本数量可知,鞘翅目常见种类有大星步甲(*Calosoma maximowiczii*)、绿步甲(*Carabus smaragdinus*)、黄斑青步甲(*Chlaenius micans*)、蠋步甲(*Dolichus halensis*)、中华婪步甲(*Harpalus sinicus*)、烁颈通缘步甲(*Poecilus nitidicollis*)、单齿婪步甲(*Scarites terricola*)、云纹虎甲(*Cicindela elisae*)、四斑隐胫瓢虫(*Aspidimerus*

*esakii*)、黑缘红瓢虫(*Chilocorus rubidus*)、七星瓢虫(*Coccinella septempunctata*)、异色瓢虫(*Harmonia axyridis*)、龟纹瓢虫(*Propylaea japonica*)、红环瓢虫(*Rodolia limbata*)和十二斑褐菌瓢虫(*Vibidia duodecimguttata*) 15 种,在多数县(市、区)调查到,分布较广;其余 14 种标本数较低或仅拍摄到照片,为稀有种类,分布较窄;常见种类中以绿步甲、黄斑青步甲、中华婪步甲、黑缘红瓢虫、异色瓢虫和十二斑褐菌瓢虫 6 种标本数较高且分布广,为优势种类。

2.3 膜翅目

历史记载膜翅目 2 种,此次调查到 1 种,新增 12 种,共调查到 13 种,包括蜾蠃蜂科 1 种、胡蜂科 3 种、异腹胡蜂科 1 种、马蜂科 6 种和泥蜂科 2 种,以马蜂科和胡蜂科种类较多,占调查到总种数的 69.2%(见表 1,3)。由表 3 中的分布范围和标本数量可知,膜翅目常见种类有黄边胡蜂(*Vespa crabro crabro*)、变侧异腹胡蜂(*Parapolybia varia varia*)、角马蜂(*Polistes chinensis antennalis*)、约马蜂(*P. jokahamae*)和陆马蜂(*P. rothneyi grahami*) 5 种,在多数县(市、区)调查到,分布较广;其余 8 种标本数较低,为稀有种类,分布较窄;常见种类以陆马蜂标本数较高且分布广,为优势种类。

2.4 双翅目

历史记载双翅目 5 种,此次调查到 2 种,新增 3 种,共调查到 5 种,包括食蚜蝇科 4 种和食虫虻科 1 种。分布范围和标本数量统计结果表明,双翅目常见种类有黑带食蚜蝇(*Episyrphus balteatus*)和中华食虫虻(*Ommatius chinensis*),分布于全市各地;其余 3 种标本数较低或仅拍到照片,为稀有种类,分布较窄;2 种常见种类标本数较高,也为优势种类(见表 1,3)。

表 1 徐州市捕食性天敌昆虫资源  
历史记录与此次调查的比较

目名	3 次普查历史记录种数			此次调查记录种数	
	此次调查到	此次未调查到	小计	新增	小计
半翅目	4	3	7	8	12
鞘翅目	12	10	21	17	29
膜翅目	1	1	2	12	13
双翅目	2	3	5	3	5
蜻蜓目	3	3	6	16	19
脉翅目	3	2	5	1	4
螳螂目	1	1	2	1	2
合计	26	23	49	58	84

表 2 徐州市历史记载此次未调查到的捕食性天敌昆虫种类

(一)半翅目(Hemiptera)(3种)	(四)双翅目(Diptera)(3种)
1 猎蝽科(Reduviidae)	6 食蚜蝇科(Syrphidae)
(1)茶褐盗猎蝽( <i>Peirates fulvescens</i> Lindberg)	(15)大灰食蚜蝇[ <i>Metasyrphus corollae</i> (Fabricius)]
(2)双刺胸猎蝽( <i>Pygolampis bidentata</i> Goeze)	(16)斜斑鼓额食蚜蝇[ <i>Scaeva pyrastris</i> (Linnaeus)]
(3)黄足猎蝽[ <i>Sirthena flavipes</i> (Stål)]	(17)月斑鼓额食蚜蝇[ <i>Scaeva selenitica</i> (Meigen)]
(二)鞘翅目 Coleoptera (10 种)	(五)蜻蜓目(Odonata)(3种)
2 步甲科(Carabidae)	7 蜓科(Aeschnidae)
(4)后黄斑青步甲( <i>Chlaenius posticalis</i> Motschulsky)	(18)大蜻蜓( <i>Anax parthenope</i> Selys)
(5)黄缘步甲[ <i>Nebria livida</i> (Linnaeus)]	8 蜻科(Libellulidae)
3 虎甲科(Cicindelidae)	(19)半黄赤蜻(黄蜻蜓)( <i>Sympetrum croceolum</i> Selys)
(6)中国虎甲( <i>Cicindela chinensis</i> De Geer)	9 伪蜻科(Corduliidae)
4 瓢虫科(Coccinellidae)	(20)大虎斑蜻蜓( <i>Epitheca bimaculata sibirica</i> Selys)
(7)展缘异点瓢虫( <i>Anisosticta kobensis</i> Lewis)	(六)脉翅目(Neuroptera)(2种)
(8)隐斑瓢虫[ <i>Harmonia (Ballia) obscurisignata</i> (Liu)]	10 草蛉科(Chrysopidae)
(9)多异瓢虫[ <i>Hippodamia (Adonia) variegata</i> (Goeze)]	(21)大草蛉( <i>Chrysopa septempunctata</i> Wesmael)
(10)素鞘菌瓢虫[ <i>Illeis cincta</i> (Fabricius)]	11 蚁蛉科(Myrmeleontidae)
(11)双带盘瓢虫[ <i>Lemnia (Coelophora) biplagiata</i> (Swartz)]	(22)追击大蚁蛉[ <i>Heoclisia japonica</i> (MacLachlan)]
(12)黄斑盘瓢虫[ <i>Lemnia (Coelophora) saucia</i> (Mulsant)]	(七)螳螂目(Mantodea)(1种)
(13)菱斑和瓢虫[ <i>Oenopia (Synharmonia) conglobata</i> (Linnaeus)]	12 螳科(Mantidae)
(三)膜翅目(Hymenoptera)(1种)	(23)索氏斧螳(拟广腹螳螂)( <i>Hierodula saussurei</i> Kirby)
5 蚁科(Formicidae)	
(14)日本弓背蚁(黑山蚁、大黑蚁)( <i>Camponotus japonicus</i> Mayr)	

表 3 徐州市捕食性天敌昆虫名录(2015–2017 年)

(一)半翅目 Hemiptera(4 科 12 种)					
科名	种名	寄主	分布	标本数量	历史记载
蝽科 (Pentato- midae)	1 蝽蝽 [ <i>Arma chinensis</i> (Fallow)]	蚜虫及侧柏毒蛾、刺蛾、美国白蛾、杨小舟蛾、棉铃虫等鳞翅目幼虫	云龙、鼓楼、泉山、开发区、铜山、睢宁、邳州、新沂	5 (云 1 鼓 1 开 3)	徐州、沛县、铜山、文献 <sup>[8]</sup>
	2 益蝽 ( <i>Picromerus lewisi</i> Scott)	超桥夜蛾等鳞翅目幼虫	丰县、铜山、贾汪	3 (丰 1 铜 1 贾 1)	新记录
	3 蓝蝽 [ <i>Zicrona caerulea</i> (Linnaeus)]	松毛虫、粘虫、斜纹夜蛾等,因吸食水稻、薄荷属益害兼有	丰县、沛县、铜山、睢宁	3 (丰 1 沛 1 睢 1)	新记录
猎蝽科 (Reduviidae)	4 暴猎蝽 [ <i>Agriosphodrus dohrni</i> (Signoret)]	叶甲幼虫,如核桃扁叶甲,鳞翅目昆虫,如斑蛾科幼虫	云龙、泉山、沛县、铜山	19(云 13 泉 2 沛 3 铜 1)	新记录
	5 黑光猎蝽 [ <i>Ectrychotes andreae</i> (Thunberg) ]	未知	鼓楼、铜山	2 (鼓 1 铜 1)	徐州、沛县、铜山
	6 黑红赤猎蝽 [ <i>Haematoloecha nigrorufa</i> (stål)]	棉铃虫等鳞翅目幼虫、棉蚜等半翅目及鞘翅目昆虫	沛县、铜山、贾汪	3 (铜 1 贾 2)	徐州、沛县、铜山
	7 短斑普猎蝽 ( <i>Oncocephalus confusus</i> Hsiao)	棉蚜等多种小型昆虫	丰县、沛县、铜山	3 (丰 1 沛 1 铜 1)	徐州、沛县、铜山
	8 黄纹盗猎蝽 [ <i>Peirates atromaculatus</i> (Stål)]	棉铃虫、造桥虫、叶蝉等	沛县、铜山	4 (沛 3 铜 1)	新记录
	9 红彩瑞猎蝽 ( <i>Rhynocoris fuscipes</i> Fabricius)	松毛虫幼虫、稻虱短翅型成、若虫等	铜山、邳州	2 (铜 1 邳 1)	新记录



续表 3

蝎蝽科 (Nepidae)	10 卵圆蝎蝽 ( <i>Nepa chinensis</i> Hoffman)	成、若虫捕食水蚤、蚊幼、蜻蜓及豆娘稚虫、负子蝽成虫等,成虫追捕刚孵鱼苗和小蝌蚪,属益害兼有	邳州	5 (邳 5)	新记录
负子蝽科 (Belostomatidae)	11 褐负蝽 [ <i>Diplonychus rusticus</i> (Fabricius)]	成、若虫捕食蚊幼虫、半翅目水生若虫、豆娘及蜻蜓稚虫等,也捕食小鱼苗,属益害兼有	开发区、丰县、铜山、邳州、新沂、贾汪	43 (开 21 铜 7 新 13 贾 2)	新记录
	12 狄氏大田鳖 [ <i>Kirkaldyia deyrolli</i> (Vuillefroy)]	水生昆虫、虾、蛙类、蝌蚪、螺蛳及鱼苗等,属益害兼有	邳州	0 (仅有图片)	新记录
(二)鞘翅目(Coleoptera)(4 科 29 种)					
叩甲科 (Elateridae)	13 莱氏猛叩甲 ( <i>Tetrigus lewisi</i> Candèze)	幼虫捕食松墨天牛、松幽天牛幼虫等	沛县	1 (沛 1)	新记录
步甲科 (Carabidae)	14 射炮步甲 ( <i>Brachinus explodens</i> Duft.)	小型昆虫及蚯蚓、钉螺、蜘蛛等软体动物	开发区、铜山	1 (开 1)	新记录
	15 中华广肩步甲( <i>Calosoma maderae chinense</i> Kirby)	柳毒蛾、斜纹夜蛾、银纹夜蛾、大地老虎、小地老虎、黄地老虎等鳞翅目幼虫	沛县、铜山	3 (沛 2 铜 1)	铜山
	16 大星步甲( <i>Calosoma maximowiczii</i> Morawitz)	粘虫、毒蛾、舟蛾等鳞翅目幼虫	丰县、沛县、铜山、睢宁	3(沛 1 铜 1 睢 1)	新记录
	17 麻步甲 ( <i>Carabus brandti</i> Faldermann)	鳞翅目幼虫及蜗牛	开发区、贾汪	4 (开 2 贾 2)	铜山
	18 绿步甲 ( <i>Carabus smaragdinus</i> Fischer von Waldheim)	栎掌舟蛾、粘虫等鳞翅目幼虫	全市各地	16 (开 9 丰 1 铜 2 邳 3 贾 1)	新记录
	19 脊青步甲 ( <i>Chlaenius costiger</i> Chaudoir)	螟蛾科、夜蛾科等鳞翅目幼虫	沛县、铜山	3 (沛 2 铜 1)	新记录
	20 黄斑青步甲 [ <i>Chlaenius micans</i> (Fabricius)]	尺蛾、毒蛾等鳞翅目幼虫	全市各地	10 (开 1 铜 4 贾 1 新 4)	铜山
	21 黄缘青步甲 [ <i>Chlaenius spoliatus</i> (Rossi)]	鳞翅目幼虫	沛县	2 (沛 2)	徐州、铜山
	22 四斑小地甲 ( <i>Dischissus japonicus</i> Andrewes)	未知	沛县	3 (沛 3)	新记录
	23 蠋步甲 [ <i>Dolichus halensis</i> (Schaller)]	蝼蛄、螟蛾、夜蛾、隐翅虫、蛱蝶及苍蝇的幼虫	开发区、沛县、睢宁	4 (开 1 沛 3)	新记录
	24 中华婪步甲 [ <i>Harpalus sinicus</i> (Hope)]	飞虱、蚜虫、红蜘蛛等昆虫,也为害大麦、小麦、燕麦及黍类的种子	开发区、丰县、沛县、铜山、邳州	14(开 3 丰 2 沛 2 铜 6 邳 1)	新记录
	25 侧带宽颚步甲 [ <i>Parena latecincta</i> (Bates)]	鳞翅目幼虫	新沂	0 (仅有图片)	新记录
	26 短鞘气步甲( <i>Pheropsophus jessoensis</i> Morawitz)	蝼蛄、粘虫等多种昆虫	邳州	1 (邳 1)	铜山
	27 五斑棒角甲 ( <i>Platyrhopalus davidis</i> Fairmaire)	捕食昆虫	贾汪	1 (贾 1)	新记录
	28 烁颈通缘步甲( <i>Poecilus nitidicollis</i> Motschulsky)	未知	沛县、铜山、新沂、贾汪	4 (铜 3 新 1)	新记录
	29 单齿婪步甲 [ <i>Scarites terricola</i> (Bonelli)]	捕食地老虎等,也为害小麦、粟、玉米等种子,成虫常在土中通隧道,使幼苗根部外露	云龙、沛县、铜山、新沂、贾汪	5 (云 1 沛 1 铜 1 新 2)	新记录
虎甲科 (Cicindelidae)	30 云纹虎甲 ( <i>Cicindela elisae</i> Motschulsky)	小地老虎、粘虫、蝗虫等多种昆虫	开发区、沛县、铜山、睢宁	5 (开 1 沛 2 铜 1 睢 1)	新记录
	31 多型虎甲铜翅亚种 <i>Cicindela hybrida transbaicalica</i> Motschulsky	地老虎等鳞翅目幼虫、蝗虫等	沛县	1 (沛 1)	新记录
	32 月斑虎甲( <i>Cicindela lactescripta</i> Motschulsky)	棉铃虫、地老虎等多种鳞翅目昆虫及中华稻蝗等	沛县	1 (沛 1)	新记录
	33 星斑虎甲 [ <i>Cylindera kaleea</i> (Bates)]	多种小型昆虫	丰县、睢宁	3 (丰 1 睢 2)	新记录

续表 3

瓢虫科 (Coccinellidae)	34 四斑隐胫瓢虫 ( <i>Aspidimerus esakii</i> Sasaji)	蚜虫的一些种类	云龙、泉山、开发区、铜山、新沂	3 (云 1 泉 1 铜 1)	新记录
	35 红点唇瓢虫 ( <i>Chilocorus kuwanae</i> Silvestri)	杨圆蚧、扁平球坚蚧、柿绒蚧、紫薇绒蚧、日本龟蜡蚧、桑白蚧等,亦捕食蚜虫和粉虱	铜山、新沂	1 (新 1)	徐州、沛县、铜山
	36 黑缘红瓢虫 ( <i>Chilocorus rubidus</i> Hope)	扁平球坚蚧、白蜡蚧、朝鲜球坚蜡蚧等,亦捕食一些蚜虫	鼓楼、开发区、沛县、铜山、新沂	12 (鼓 1 沛 1 铜 10)	徐州、沛县、铜山
	37 七星瓢虫 ( <i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus)	棉蚜、槐蚜、刺槐蚜、桃粉蚜、乌柏蚜、苹果绵蚜、苹果黄蚜、梨二叉蚜等多种蚜虫及壁虱、蚧虫、桑褶翅尺蠖、美国白蛾卵和初龄幼虫及红蜘蛛等	全市各地	6 (泉 1 开 3 铜 1 贾 1)	徐州、沛县、铜山
	38 异色瓢虫 [ <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas)]	棉蚜、桃粉蚜、柏大蚜、桃瘤蚜、乌柏蚜、苹果绵蚜、梨二叉蚜、苹果黄蚜、粉蚧、盾蚧若虫、桑木虱、梨木虱、梧桐木虱、美国白蛾、小菜蛾、棉铃虫卵及山楂叶螨等	全市各地	80 (云 16 鼓 19 泉 6 开 16 沛 2 铜 13 睢 1 新 3 贾 4)	徐州、沛县、铜山
	39 龟纹瓢虫 [ <i>Propylaea japonica</i> (Thunberg)]	棉蚜、苹果黄蚜等多种蚜虫和松毛虫幼虫及蚧虫、叶蝉、木虱、飞虱等小型昆虫	云龙、开发区、丰县、铜山、睢宁、新沂	4 (开 1 丰 1 新 2)	徐州、沛县、铜山
	40 红环瓢虫 [ <i>Rodolia limbata</i> (Motschulsky)]	草履蚧成若虫,亦能捕食吹绵蚧、球蚧、粉蚧、桑虱及蚜虫	丰县、沛县、铜山、睢宁	3 (沛 2 铜 1)	文献 <sup>[9-10]</sup>
(三)膜翅目(Hymenoptera)(5 科 13 种)					
蜾蠃蜂科 (Eumenidae)	42 镶黄蜾蠃 <i>Eumenes decoratus</i> Smith	鳞翅目幼虫等多种昆虫	鼓楼、铜山	2 (鼓 1 铜 1)	新记录
胡蜂科 (Vespidae)	43 黄边胡蜂 ( <i>Vespa crabro crabro</i> Linnaeus)	鳞翅目幼虫、蜜蜂等多种昆虫,苹果、梨等成熟果实及桃花蜜	鼓楼、丰县、沛县、铜山、睢宁、新沂	6 (鼓 1 铜 2 新 3)	新记录
	44 墨胸胡蜂( <i>Vespa velutina nigrithorax</i> Buysson)	银纹夜蛾、凤蝶等鳞翅目幼虫,蚊、蝇、虻、蜜蜂及成熟水果	鼓楼	1 (鼓 1)	新记录
	45 细黄胡蜂[ <i>Vespula flaviceps flaviceps</i> (Smith)]	鳞翅目幼虫等多种昆虫	泉山	1 (泉 1)	新记录
异腹胡蜂科 (Polybiidae)	46 变侧异腹胡蜂[ <i>Parapolybia varia varia</i> (Fabricius)]	鳞翅目幼虫等多种昆虫	鼓楼、泉山、沛县	3 (鼓 1 泉 1 沛 1)	新记录
马蜂科 (Polistidae)	47 角马蜂( <i>Polistes chinensis antennalis</i> Perez)	棉铃虫、甘蓝夜蛾、银纹夜蛾等鳞翅目幼虫及其他昆虫,也危害苹果、梨果实,吸食蜂蜜	开发区、沛县、铜山、贾汪	7 (开 6 贾 1)	新记录
	48 亚非马蜂 ( <i>Polistes hebraeus</i> Fabricius)	松毛虫、棉铃虫等鳞翅目、双翅目多种幼虫及蜜蜂等昆虫	泉山、沛县	1 (泉 1)	新记录
	49 家马蜂 ( <i>Polistes jadwigae</i> Dalla Torre)	地老虎、斜纹夜蛾等鳞翅目幼虫	泉山	1 (泉 1)	新记录
	50 约马蜂( <i>Polistes jokahamae</i> Radoszkowski)	棉铃虫等鳞翅目幼虫及其它昆虫	鼓楼、开发区、沛县、邳州	3 (鼓 1 开 1 沛 1)	新记录
	51 陆马蜂( <i>Polistes rothneyi grahami</i> van der Vecht)	棉铃虫、灯蛾、银杏大蚕蛾和松毛虫等鳞翅目及双翅目幼虫	鼓楼、泉山、开发区、沛县、铜山	12 (鼓 9 开 1 铜 2)	铜山
	52 琼马蜂( <i>Polistes rothneyi hainanensis</i> van der Vecht)	多种昆虫,也取食果实及蜂蜜	沛县、睢宁	1 (沛 1)	新记录

续表 3

泥蜂科 (Sphecidae)	53 多沙泥蜂骚扰亚种 ( <i>Ammophila sabulosa infesta</i> Smith)	捕捉体毛较少的鳞翅目中、大龄幼虫	鼓楼、铜山	2 (鼓 1 铜 1)	新记录
	54 黄柄壁泥蜂 ( <i>Sceliphron madraspatanum</i> )	蜘蛛	泉山	1 (泉 1)	新记录
(四) 双翅目 (Diptera) (2 科 5 种)					
食蚜蝇科 (Syrphidae)	55 黑带食蚜蝇 [ <i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer)]	棉蚜、乌柏蚜等多种蚜虫及蚧虫、木虱等	全市各地	12 (云 1 鼓 1 开 1 铜 2 新 4 贾 3)	徐州、沛县、铜山、
	56 棕腿斑眼蚜蝇 [ <i>Eristalinus arvorum</i> (Fabricius)]	蚜虫的一些种类	新沂	0 (仅有图片)	新记录
	57 长尾管蚜蝇 [ <i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus)]	蚜虫	铜山	1 (铜 1)	新记录
	58 羽芒宽盾蚜蝇 [ <i>Phytomia zonata</i> (Fabricius)]	蚜虫	鼓楼、泉山	3 (鼓 2 泉 1)	新记录
食虫虻科 (Asilidae)	59 中华食虫虻 ( <i>Ommatius chinensis</i> Fabricius)	金龟子、蝶蛾类、螽及蜻等多种昆虫	全市各地	12 (云 1 鼓 1 泉 2 开 3 新 4 贾 1)	铜山
(五) 蜻蜓目 (Odonata) (7 科 19 种)					
蜓科 (Aeshnidae)	60 碧伟蜓 ( <i>Anax parthenope julius</i> Brauer)	稚虫捕食蚊类幼虫、蝌蚪、小鱼等水生动物;成虫捕食蝇、蚊、蛾、蜂及其它小型昆虫	鼓楼、开发区、丰县、沛县、新沂	3 (鼓 1 开 1 新 1)	新记录
箭蜓科 (Gomphidae)	61 黄新叶箭蜓 ( <i>Ictinogomphus claratus</i> Fabricius)	蚊、蝇、蛾、叶蝉、螟虫等多种小型昆虫	沛县	1 (沛 1)	新记录
	62 黄小叶箭蜓 ( <i>Ictinogomphus pertinax</i> Selys)	未知	沛县	0 (仅有图片)	新记录
蜻科 (Libellulidae)	63 蓝额疏脉蜻 ( <i>Brachydiplax chalybea</i> Brauer)	未知	铜山	3 (铜 3)	新记录
	64 黄翅蜻[ <i>Brachythemis contaminata</i> (Fabricius)]	未知	沛县	1 (沛 1)	新记录
	65 红蜻 [ <i>Crocothemis servilia</i> (Drury)]	成虫捕捉其它小型昆虫,幼虫水生,也为肉食性	全市各地	7 (鼓 2 开 2 铜 1 雕 1 新 1)	铜山
	66 华丽宽腹蜻 ( <i>Lyriothemis elegantissima</i> Selys)	未知	铜山	1 (铜 1)	新记录
	67 白尾灰蜻 [ <i>Orthetrum albistylum</i> (Selys)]	叶蝉、蛾类、蚊蝇、蚂蚁等多种小型昆虫	沛县	1 (沛 1)	新记录
	68 异色灰蜻 [ <i>Orthetrum melania</i> (Selys)]	多种小型昆虫	泉山、丰县、沛县、睢宁、新沂	3 (泉 1 丰 1 新 1)	新记录
	69 黄蜻 [ <i>Pantala flavescens</i> (Fabricius)]	稚虫捕食蜉蝣及蚊类幼虫,成虫捕食蝉、蛾、稻飞虱等小型昆虫	全市各地	19 (鼓 5 泉 1 开 4 铜 1 雕 2 邳 2 新 3 贾 1)	徐州、沛县、铜山
	70 玉带蜻( <i>Pseudothemis zonata</i> )	稚虫捕食水生昆虫,成虫捕食蚊、蝇、叶蝉等小型昆虫	全市各地	6 (开 3 新 3)	新记录
	71 黑丽翅蜻 ( <i>Rhyothemis fuliginosa</i> Selys)	蚊、蝇等小型昆虫	沛县、铜山、睢宁、新沂、贾汪	4 (沛 1 铜 1 新 1 贾 1)	铜山
伪蜻科 (Corduliidae)	72 闪蓝丽大蜻 [ <i>Epophthalmia elegans</i> (Brauer)]	未知	沛县、铜山	1 (铜 1)	新记录

续表 3					
螳科 (Coenagrionidae)	73 褐尾黄螳 ( <i>Ceriagrion rubiae</i> Laidlaw)	未知	云龙、沛县、铜山	6 (云 1 铜 5)	新记录
	74 长叶异痣螳 [ <i>Ischnura elegans</i> (van der Linden)]	未知	泉山	1 (泉 1)	新记录
色螳科 (Calopterygidae)	75 黑暗色螳 [ <i>Atrocalopteryx atrata</i> (Selys)]	未知	邳州	1 (邳 1)	新记录
	76 黑脊螳 ( <i>Coenagrion calamorum</i> Ris)	未知	沛县	0 (仅有图片)	新记录
扇螳科 (Platynemididae)	77 蓝斑长腹扇螳 ( <i>Coelliccia loogali</i> Laidlaw)	未知	云龙、开发区、沛县	3 (云 1 开 1 沛 1)	新记录
	78 白扇螳 ( <i>Platynemis foliacea</i> Selys)	成虫捕食小型昆虫	泉山、沛县	0 (仅有图片)	新记录
(六)脉翅目(Neuroptera)(2 科 4 种)					
草蛉科 (Chrysopidae)	79 丽草蛉 ( <i>Chrysopa formosa</i> Brauer)	多种蚜虫和美国白蛾等鳞翅目昆虫卵及初龄幼虫	铜山区	2 (铜 2)	沛县
	80 中华草蛉 ( <i>Chrysopa sinica</i> Tjeder)	幼虫捕食刺槐蚜、杨蚜、桃蚜、棉铃虫、梧桐木虱、棉红蜘蛛等昆虫,成虫取食花粉、花蜜,捕食叶螨和美国白蛾等鳞翅目昆虫卵	全市各地	24 (云 2 鼓 5 泉 1 开 11 铜 1 新 4)	沛县
蚁蛉科 (Myrmeleonidae)	81 褐纹树蚁蛉[ <i>Dendroleon pantherinus</i> (Fabricius)]	多种小型昆虫	丰县、铜山、新沂	4 (丰 1 铜 1 新 2)	徐州、沛县、铜山
	82 泛蚁蛉( <i>Myrmeleon formicarius</i> Linnaeus)	白蚁、蝇蛆、黄粉虫等	开发区	3 (鼓 1 开 1 新 1)	新记录
(七)螳螂目(Mantodea)(1 科 2 种)					
螳科 (Mantidae)	83 广腹螳螂 ( <i>Hierodula patellifera</i> )	蚜虫、槐羽舟蛾、杨小舟蛾、柳毒蛾、槐尺蠖等鳞翅目幼虫及直翅目、半翅目、鞘翅目、双翅目昆虫	开发区、沛县、铜山、邳州	3 (开 1 沛 1 铜 1)	新记录
	84 中华大刀螂 [ <i>Tenodera sinensis</i> (Saussure)]	蝗虫、蝇类、桃蚜、刺槐蚜、杨树毛蚜、叶蝉、杨毒蛾、槐尺蛾、豆天蛾、槐羽舟蛾、杨扇舟蛾、杨小舟蛾等	全市各地	32 (云 3 鼓 2 开 3 铜 7 邳 3 新 14)	沛县、铜山、文献 <sup>[8]</sup>

注:寄主栏仅列出徐州有分布的寄主害虫;历史记载栏“徐州”代表 1980—1982 年普查徐州地区记录的种类,“沛县”代表沛县 1988—1990 年普查记载种类,“铜山”代表铜山县 1991—1994 年普查记载种类,“文献”代表已发表文献记载该种分布于徐州。

表 4 捕食性天敌昆虫种类类别的划分标准		
捕食性天敌种类类别	划分标准	
	分布范围	3 a 调查采集制作的标本数量/枚
优势种类	广(4 个以上县(市、区)有分布)	≥10
常见种类	较广(3 个以上县(市、区)有分布)	>2
稀有种类	窄(1 或 2 个县(市、区)有分布)	≤2

2.5 蜻蜓目

历史记载蜻蜓翅目 6 种,此次调查到 3 种,新增 16 种,共调查到 19 种,包括蜓科 1 种、箭蜓科 2 种、蜻科 9 种、伪蜻科 1 种、螳科 2 种、色螳科 2 种和扇螳科 2 种,以蜻科种类最多,占调查到总种数的 47.4%(见表 1,3)。由表 3 中的分布范围和标本数

量可知,蜻蜓翅目常见种类有碧伟蜓(*Anax parthenope julius*)、红蜻(*Crocothemis servilia*)、异色灰蜻(*Orthetrum melania*)、黄蜻(*Pantala flavescens*)、玉带蜻(*Pseudothemis zonata*)、黑丽翅蜻(*Rhyothemis fuliginosa*)、褐尾黄螳(*Ceriagrion rubiae*)和蓝斑长腹扇螳(*Coelliccia loogali*)8 种,在多数县(市、区)调查到,分布较广;其余 11 种标本数较低或仅拍到照片,为稀有种类,分布较窄;常见种类以黄蜻标本数较高且分布于全市各地,为优势种类。

2.6 脉翅目

历史记载脉翅目 5 种,此次调查到 3 种,新增 1 种,共调查到 4 种,包括草蛉科 2 种和蚁蛉科 2 种。分布范围和标本数量统计结果表明,脉翅目常见种



类有中华草蛉(*Chrysopa sinica*)和褐纹树蚁蛉(*Dendroleon pantherinus*)2种,在多数县(市、区)调查到,分布较广;其余2种标本数较低,为稀有种类,分布较窄;常见种类以中华草蛉标本数较高且分布于全市各地,为优势种类(见表1,3)。

### 2.7 螳螂目

历史记载螳螂目2种,此次调查到1种,新增1种,共调查到2种[广腹螳螂(*Hierodula patellifera*)和中华大刀螂(*Tenodera sinensis*)],隶属于螳科,为常见种类,在多数县(市、区)调查到,分布较广,其中以中华大刀螂标本数较高且分布于全市各地,为优势种类(见表1,3)。

综上所述,此次调查到84种捕食性天敌昆虫中,分布较广的常见种类多达41种,半翅目、鞘翅目、膜翅目、双翅目、蜻蜓目、脉翅目和螳螂目等7目的种数分别为7,15,5,2,8,2,2种;其余43种为稀有种类,分布范围较窄;常见种类中分布广且标本数超过10枚的优势种类共14种,7目的种数分别为2,6,1,2,1,1,1种。

## 3 讨论与展望

调查结果显示,徐州市林业害虫的捕食性天敌昆虫资源较为丰富,共有107种,隶属于7目26科,其中有历史记载的为49种(7目15科)<sup>[5-10]</sup>,此次仅调查到26种,另新增58种,共调查到84种,隶属于7目25科,较历史记载种数增加了35种。历史记载有23种此次未查到,其中主要种类为鞘翅目的步甲、瓢虫和虎甲类捕食性天敌,主要原因可能与森林资源和寄主害虫种类发生了明显变化有关[徐州历史记载林业害虫436种<sup>[5-7]</sup>,此次调查到226种,有210种未查到,新增记录268种,因此此次调查的害虫种数较历史记载增加了58种(内部资料,未发表)]。根据天敌分布情况和标本采集数量的调查结果,初步发现在41种常见种类中的优势种类达14种,分别为半翅目的暴猎蝽、褐负蝽,鞘翅目绿步甲、黄斑青步甲、中华婪步甲、黑缘红瓢虫、异色瓢虫、十二斑褐菌瓢虫,膜翅目陆马蜂,双翅目黑带食蚜蝇、中华食虫虻,蜻蜓目黄蜻和脉翅目中华草蛉及螳螂目中华大刀螂。此外,蠋蝽和红环瓢虫在其寄主害虫(分别为侧柏毒蛾和草履蚧等徐州市主要林业害虫)大发生时,它们的种群数量会明显上升<sup>[9-10,12-13]</sup>,加之分布范围广,也为具有潜在应用价值的优势天敌。因此,本调查首次系统查明了徐州

市捕食性天敌的种类,初步掌握了它们的寄主、分布和发生等资源现状,调查确定了16种本土优势捕食性天敌,为优势天敌品种筛选和生物学及保护利用技术研究等提供了科学依据。

生物防治已成为有效控制重要林业害虫的一种重要手段,加拿大等北美国家利用多种捕食性和寄生性天敌长期开展林业害虫的防治研究,主要措施包括引进天敌和人工助增(包括环境调控、接种释放和淹没释放)等<sup>[14-16]</sup>。天敌昆虫的成功引种定殖是经典生物防治中有效防控害虫的关键,而本土天敌作为当地生态系统中的一个固定生物因子,不必考虑引进天敌必需经历输引前安全性检测和引进后对新环境的适应等阶段,对于本土害虫或入侵害虫都可以直接进行控制,调查筛选并进一步扩增害虫发生地的本土天敌昆虫,增加杂食性优势天敌的利用,也都有利于有效防控林业害虫<sup>[16-17]</sup>。美国白蛾(*Hyphantria cunea*)和杨小舟蛾(*Micromelalopha troglodyta*)为当前徐州市重要林业害虫,前者为外来入侵的世界性检疫害虫,后者为江苏省杨树人工林重要食叶害虫<sup>[18-19]</sup>,捕食前者卵或幼虫的本土优势捕食性天敌有蠋蝽、异色瓢虫、中华草蛉和中华大刀螂4种,常见或稀有种类有益蝽、七星瓢虫、丽草蛉(*Chrysopa formosa*)3种,此次未调查到而有历史记载的种类还有黄缘步甲(*Nebria livida*)和大草蛉(*Chrysopa septempunctata*)2种<sup>[20-22]</sup>,捕食后者卵或幼虫的有蠋蝽、中华大刀螂和广腹螳螂(*Hierodula patellifera*)等<sup>[8,23]</sup>。根据本调查成果,建议在研究掌握上述10种本土天敌生物学特性的基础上,采用美国白蛾喜食的树种叶片等天然饲料或昆虫人工饲料规模饲养美国白蛾幼虫,以其为替代寄主进一步研发它们的人工增殖与助迁释放技术,从而筛选出能够规模化扩增和捕食能力较强的本土优秀天敌品种用于防治生产。对暴猎蝽、绿步甲、黄斑青步甲、中华婪步甲、红环瓢虫、黑缘红瓢虫和黑带食蚜蝇等其他优势捕食性天敌,可以根据蚜虫、蚧虫和其他鳞翅目害虫等不同目标害虫的防治需要,开展相应的保护与利用技术研究。因此,今后应从生态学角度出发,进一步改善森林生态环境,加大捕食性天敌的人工保护与助迁释放力度,并与已调查掌握的美国白蛾和杨小舟蛾本土优势寄生性天敌配合使用(待发表),充分发挥森林生态系统中天敌对其寄主害虫的自然调控作用<sup>[1,16,24]</sup>,不断提高害虫生物防治效果。

## 参考文献:

- [1] 严静君,徐崇华,李广武,等.林木害虫天敌昆虫[M].北京:中国林业出版社,1989.
- [2] 祝汝佐,何俊华.寄生性天敌昆虫的寄生现象[J].昆虫知识,1978(1):25-28.
- [3] 何俊华,陈学新.中国林木害虫天敌昆虫[M].北京:中国林业出版社,2006.
- [4] CAI W Z, YAN Y H, LI L Y. The earliest records of insect parasitoids in China [J]. Biological Control, 2005, 32(1): 8-11.
- [5] 江苏省森林病虫普查办公室.江苏省森林病虫普查病、虫、天敌名录(内部资料).1982;245-269.
- [6] 沛县森防检疫站.沛县林木病、虫、天敌名录(内部资料).1990;73-77.
- [7] 铜山县森林病虫普查组.铜山县森林病虫普查病、虫、天敌名录(内部资料).1994;1-4.
- [8] 钱桂芝,郭同斌,胥谦.杨小舟蛾生物学与生态学研究进展[J].江苏林业科技,2008,35(1):52-55.
- [9] 郭加忠,郭同斌,王虎诚,等.红环瓢虫的生物学与应用技术研究进展[J].江苏林业科技,2010,37(4):50-54.
- [10] 王虎诚,郭同斌,杜伟,等.徐州地区红环瓢虫生物学习性研究概况[J].安徽农业科学,2014,42(4):998-999,1001.
- [11] 王菲,张瑞芳,宋明辉,等.徐州市蝴蝶资源调查与分析[J].江苏林业科技,2017,44(4):26-32,39.
- [12] 徐辉筠,王菲,郭同斌,等.徐州半翅目异翅亚目昆虫种类及危害调查[J].江苏林业科技,2017,44(3):9-14.
- [13] 梁艳.兰州南北两山林区蠋蝽生物学特性研究[J].甘肃林业,2015(6):31-32.
- [14] SMITH S M. Insect parasitoids: A Canadian perspective on their use for biological control of forest insect pests[J]. Phytoprotection, 1993, 74(1): 51-67.
- [15] MACQUARRIE C J K, LYONS D B, SEEHAUSEN M L, et al. A history of biological control in Canadian forests, 1882-2014 [J]. The Canadian Entomologist, 2016, 148(S1): 239-269.
- [16] 党英侨,王小艺,杨忠岐.天敌昆虫在我国林业害虫生物防治上的研究进展[J].环境昆虫学报,2018,40(2):242-255.
- [17] MESSELINK G J. Pest management in organic greenhouse horticulture [J]. Acta Horticulturae, 2017(1164): 361-370.
- [18] 国家林业局森林病虫害防治总站.中国林业有害生物风险评估[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,2014;40-41.
- [19] 郭同斌,王振营,梁波,等.杨小舟蛾的生物学特性[J].南京林业大学学报,2000,24(5):56-60.
- [20] 乔秀荣.秦皇岛市美国白蛾天敌调查研究[J].中国森林病虫害,2007,26(3):30-31,34.
- [21] 曲花荣,逢焕臣,邵凌松,等.烟台地区几种鳞翅目食叶害虫天敌的研究[J].山东林业科技,2006(2):44-45.
- [22] 岳喜强,张贵民,姜秀芹,等.聊城地区美国白蛾天敌种类调查及寄生性研究[J].山东农业科学,2016,48(6):95-98.
- [23] 杨大宏,王小纪,高存芳,等.杨小舟蛾天敌类型调查[J].陕西林业科技,1999(4):18-19.
- [24] 严静君,刘后平.中国林木害虫天敌昆虫利用研究进展[J].陕西林业科技,1992(2):24-28.

(上接第31页)

## 参考文献:

- [1] 潘崇环,孙萍,龚翔,等.珍稀食用菌栽培与名贵野生菌的开发利用[M].北京:中国农业出版社,2004:300-309.
- [2] 刘旭东.中国野生大型真菌彩色图鉴[M].北京:中国林业出版社,2004;31-39.
- [3] 彭克俭.松乳菇生物学特性的研究[J].食用菌,1998,20(1):14-16.
- [4] 詹少华.松乳菇子实体人工诱导方法研究[J].皖西学院学报,2018,34(5):73-76.
- [5] 崔亮,国兴明,刘丽.野生松乳菇水溶性多糖提取工艺研究初报[J].山地农业生物学报,2008,27(6):522-526.
- [6] 柯丽霞.松乳菇的抗菌活性研究[J].安徽师范大学学报(自然科学版),2002,25(1):63-64.
- [7] 陈杨琼,丁祥,伍春莲,等.松乳菇多糖抗肿瘤和免疫调节活性研究[J].食用菌学报,2012,19(3):73-78.
- [8] 白瑞,鲍中英,段淑红,等.松乳菇多糖治疗原发性肝癌的细胞实验及机制[J].临床与病理杂志,2019,39(10):2110-2117.
- [9] 敖常伟,惠明,李忠海,等.松乳菇营养成分分析及松乳菇多糖的提取分离[J].食品工业科技,2004,24(9):77-79.
- [10] 熊涛,肖满.松乳菇研究进展[J].食品与发酵工业,2005,31(5):84-86.
- [11] 罗国涛,张文泉.秋季松乳菇微生态环境调查研究[J].贵州科学,2018,36(2):1-4.
- [12] 柯丽霞.黄山地区松乳菇的生态分布和生态环境调查[J].食用菌学报,2003,22(2):21-23.
- [13] 王欢,栾竹青,刘传林,等.组织培养条件下紫色松乳菇培养条件的优化[J].农产品加工,2019(8):43-46,67.
- [14] 傅雁辉,聂丽,夏凡,等.松乳菇液态发酵培养基研究[J].生物灾害科学,2017,40(3):199-204.
- [15] 林荣雄,陈京元.碳源和氮源对松乳菇菌丝生长的影响[J].食用菌学报,2002,9(1):44-46.
- [16] 聂丽,彭惠玲,夏薇,等.松乳菇固体培养条件的研究(英文)[J].Agricultural Science & Technology, 2015, 16(6): 1162-1164, 1198.
- [17] 邢来君,李明春.普通真菌学[M].北京:高等教育出版社,1999.