环境昆虫学报 2023，45（2）：528－535
Journal of Environmental Entomology
http：//hjkcxb. alljournals. net
doi：10. 3969/j. issn. 1674－0858. 2023. 02. 26



袁国军，焦艳红，陈玮歌，艾园园，朱雨行，卢绍辉. 河南伏牛山区核桃举肢蛾生活史及防治药剂筛选［J］. 环境昆虫学报，2023，45（2）：528－535.

河南伏牛山区核桃举肢蛾生活史及防治药剂筛选

袁国军[1,2]，焦艳红[3]，陈玮歌[3]，艾园园[3]，朱雨行[4]，卢绍辉[1,2*]
（1. 河南省林业科学研究院，郑州 450008；2. 河南禹州森林生态系统国家定位观测研究站，河南禹州 461670；
3. 卢氏县林果业生产管理办公室，河南卢氏 472200；4. 河南省森林病虫害防治检疫站，郑州 450008）

摘要： 河南伏牛山区地理和气候环境独特，核桃 *Juglans regia* L. 栽植面积较大，但是核桃举肢蛾 *Atrijuglans hetaohei* Yang 的危害严重制约着当地核桃产业的发展。为了绿色防控核桃举肢蛾，本研究利用生态学手段调查了伏牛山区核桃举肢蛾的年生活史和发生规律，对包括苏云金杆菌在内的 11 种药剂的防治效果进行了比较，并检测了该地区核桃的农药残留，以期为伏牛山区核桃绿色生产提供理论和实践基础。结果表明核桃举肢蛾在河南伏牛山区 1 年发生 2 代，越冬代成虫发生期为 6 月上旬至 6 月下旬，其中 6 月中旬为核桃举肢蛾越冬代成虫发生盛期；第 1 代卵孵化盛期为 6 月底至 7 月上旬；第 1 代幼虫盛发期在 7 月中旬；第 2 代卵期为 7 月下旬至 8 月中旬，8 月中旬为第 2 代幼虫危害盛期，第 2 代成虫期为 7 月中旬至 8 月上旬。核桃举肢蛾的成虫羽化盛期至初孵幼虫期为最佳防治时期，药剂筛选试验表明：8 000 IU/mL 苏云金杆菌悬浮剂使用剂量为稀释 750 倍液，喷雾防治效果最好为 93. 62%，与 25% 噻虫嗪水分散粒剂使用剂量为稀释 7 500 倍液喷雾防治效果（91. 49%）相当。农药残留检测表明：核桃果仁注干吡虫啉残留较高，但灌根未检出，检测果仁没有发现常用药剂高效氯氟氰菊酯残留或残留较低不能检测出来。以上结果表明，河南伏牛山区每年 6 月中旬至 7 月中旬，选择苏云金杆菌和噻虫嗪进行防治，不仅对核桃举肢蛾有较好的防治效果，而且可以逐步减少或淘汰农药残留量较大的化学药剂，逐步实现解决大宗经济林有害生物新模式。

关键词： 核桃举肢蛾；生活史；药剂筛选；农药残留
中图分类号： Q968. 1；S433　　**文献标识码：** A　　**文章编号：** 1674－0858（2023）02－0528－08

Life history of *Atrijuglans hetaohei* Yang and screening of control agents in Funiu Mountain Area, Henan Province

YUAN Guo-Jun[1,2], JIAO Yan-Hong[3], CHEN Wei-Ge[3], AI Yuan-Yuan[3], ZHU Yu-Hang[4], LU Shao-Hui[1,2*]（1. Henan Academy of Forestry, Zhengzhou 450008, China; 2. Henan Yuzhou Forest Ecosystem National Observation and Research Station, Yuzhou 461670, Henan Province, China; 3. Forestry and Fruit Production Management Office of Lushi, Lushi 472200, Henan Province, China; 4. Forest Pest Management and Quarantine Station of Henan Province, Zhengzhou 450008, China）

Abstract: It is unique in geographical and climatic environment about Funiu Mountain Area of Henan Province, walnut planting area is large, but the harm of *A. hetaohei* seriously restricts the development of local walnut industry. In order to prevent and control *A. hetaohei* in this area, this paper first investigated the annual life history and occurrence regularity of *A. hetaohei* in Funiu Mountain Area by ecological means, and compared the control effects of 11 kinds of insecticides including *Bacillus thuringiensis*.

基金项目： 生态保护体系－林业有害生物防治（221612014）
作者简介： 袁国军，男，河南信阳人，硕士，副研究员，研究方向为森林保护的研究，E－mail：yuangj1992@163. com
* **通讯作者** Author for correspondence：卢绍辉，男，河南许昌人，博士，研究员，研究方向为森林保护的研究，E－mail：944676805@qq. com
收稿日期 Received：2021－12－28；**接受日期** Accepted：2022－05－17

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Finally, we detected the pesticide residues in walnut in this area. It provided theoretical and practical basis for walnut green and production in Funiu Mountain Area. The results show that there were two generations of the overwintering generation in Funiu Mountain Area, Henan Province. The period of adult of the overwintering generation was from early June to late June, and the middle of June was the peak occurrence period of it. The hatching peak occurrence period of the first generation of eggs was from late June to early July. The peak period of larvae were from in mid-July. The egg period of the second generation was from late July to mid-August, and the peak period of damage of the second generation larvae was in the middle of August. The adult period of the second generation was from mid-July to early August, and the best control period was from the adult eclosion stage to the newly hatched larva stage. The results of drug screening test showed that the best control effect of 8 000 IU/mL microliter *B. thuringiensis* suspension with 750 times of dilution was 93.62%, which was similar to that of 25% thiamethoxam water dispersion with 7 500 times of dilution (91.49%). Pesticide residue detection showed that: Imidacloprid Residue was high in nut injection, but not detected in root irrigation. Beta cyhalothrin, a commonly used insecticide, was detected in Funiu Mountain Area, and no residue or low residue could not be detected in nut. The above results showed that the Funiu Mountain Area in the middle of June to mid-july each year, choice of *B. thuringiensis* and thiamethoxam lamictal for prevention and control, not only can have on walnut for *A. hetaohei* better control effect, and can gradually reduce or eliminate pesticide residues larger chemicals, gradually achieve new mode to solve major economic forest pest.

Key words: *Atrijuglans hetaohei* Yang; life history; drug screening; pesticide residue

核桃是中国重要的经济树种（Niu *et al.*，2016），在我国各地均有种植（张志华等，2018）。随着核桃种植面积的不断增加，加之种植结构单一，核桃病虫害发生呈现逐年严重的趋势，其中核桃举肢蛾是造成“核桃黑”的主要害虫，给核桃生产带来巨大的经济损失（Honger *et al.*，2016）。核桃举肢蛾属鳞翅目 Lepidoptera 麦蛾总科 Gelechioidea（Wang *et al.*，2016），在停息时带有环状黑色毛刺的后足胫、跗节会向身后顶端抬起而得名（李天凤，2018）。核桃举肢蛾作为专性蛀食核桃果实的害虫（田敏爵等，2010），在各产区危害逐渐加重，果实受害率为 70% ~80%，甚至高达 100%，造成严重减产和绝产（郑建平等，1992）。河南伏牛山区核桃栽植大县分别为卢氏县、栾川县、嵩县等地，核桃种植面积超过 6.67 万 ha，由于核桃栽植面积大，受核桃举肢蛾的危害影响严重，普遍减产 10% ~30%，严重区域在 50% 左右。

核桃举肢蛾属完全变态类昆虫，发育时经过了卵、幼虫、蛹、成虫 4 个时期，在我国不同地区 1 年发生 1 代或 2 代，少数地区 1 年发生 3 代。如山西、河北 1 年发生 1 代，陕西商洛和河南 1 年 2 代（李天凤，2018），而在山东省章丘地区 1 年发生 3 代（高其富等，2020）。核桃举肢蛾老熟幼虫在树下土表层以下 1 ~2 mm 处，或在杂草、干枯的树叶等处结茧过冬。在北方核桃举肢蛾第 1 代幼虫驻食果仁内部，第 2 代幼虫无法钻入果仁内部，仅危害外青皮（郑建平等，1992）。近几年，学者对核桃举肢蛾信息素的研究较多（王瑞，1994；郝兴宇等，2004；郝兴宇，2005；郝兴宇等，2007；李文海等，2015；朱姝颖，2020），但目前尚没有筛选出效果较好的信息素来进行预测预报和防治；也有学者对核桃举肢蛾的趋性进行了大量研究，发现核桃举肢蛾对黄色具有弱趋性，但实用性不大（陈川等，2015）。生物制剂虽然见效慢，但对核桃举肢蛾的防治表现出了较好的防治效果；对核桃举肢蛾传统的化学防治报道较多（田士波等，1993；庞小芳和李文祥，2009；阴文华等，2014；王相宏等，2015；武海斌，2020），但不同类型药剂如烟碱类、菊酯类、有机磷类、生物源类等在不同地点不同时期防治效果差异较大。此外，关于防治核桃举肢蛾农药残留的报道也较少，这对核桃生产安全进行评价有较大影响。因此，本研究中针对河南伏牛山区的核桃举肢蛾的发生规律进行了调查，对常见的化学农药和生物农药的防治效果进行了筛选，并测定了伏牛山

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

区核桃的农药残留，以期为绿色防控伏牛山区核桃举肢蛾和为核桃产业高质量发展奠定植物保护上的理论和实践基础。

1 材料与方法

1.1 地点简介

河南伏牛山区位于河南省西南部，为秦岭东部延伸至河南境内余脉，地处豫西山地境内，地势呈西北至东南走向，介于 110°30′～113°30′E、32°45′～34°20′N 之间，西至河南与陕西省交界处，东至方城北部，北接熊耳山、外方山，南抵达南阳盆地，海拔高度 500～2 000 m。伏牛山地区地跨三门峡、洛阳、南阳和平顶山等部分区域，辐射范围较广，区域内气候类型复杂，年均气温 13.6～15.1℃，年均降水量 700～100 mm，伏牛山位于我国北亚热带向暖温带过渡的地区，自然地理特征垂直差异显著，是典型的生态地理环境脆弱地带（李理，2020）。

1.2 试验药剂

供试药剂：根据文献及当地生产实际选择以下 11 种药剂：40% 辛硫磷乳油（连云港立本作物科技有限公司）、3% 高渗苯氧威乳油（郑州沙隆达伟新农药有限公司）、4.5% 高效氯氰菊酯乳油（江苏扬农化工集团有限公司）、25 g/L 联苯菊酯乳油（青岛翰生生物科技股份有限公司）、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐乳油（四川国光农化股份有限公司）、70% 吡虫啉水分散粒剂［拜耳作物科学（中国）有限公司］、200 g/L 氯虫苯甲酰胺悬浮剂（康宽）（上海杜邦农化有限公司）、25% 灭幼脲悬浮剂（陕西秦丰农化有限公司）、25% 噻虫嗪水分散粒剂（河北冠龙农化有限公司）、50 g/L 吡虫·250 g/L 噻嗪酮悬浮剂（东莞市瑞德丰生物科技有心公司）、8 000 IU/mL 苏云金杆菌悬浮剂（黑龙江省卫星生物科技有限公司）。

1.3 试验方法

1.3.1 核桃举肢蛾生活史调查

调查于 2018 年 1 月至 2020 年 12 月；地点在河南省西南部伏牛山核桃主要种植区卢氏县、栾川县和嵩县，且试验地区核桃种植面积为伏牛山核桃主要种植区，调查每个核桃园面积均超过 33 ha，树龄 8～10 年，管理粗放，核桃举肢蛾发生较重，试验园区具代表性。调查方法：于每个试验地点选取 5 个有核桃举肢蛾发生的核桃园，每个园按照对角线选择 5 点取样，调查核桃举肢蛾不同虫态历期。①蛹：每点挖取 2 m^2 土，厚度 5 cm，共 5 点，使用筛子筛土，敲碎土块，筛选核桃举肢蛾蛹；②成虫：每点调查 5 株，并结合黑光灯、性诱芯和黄色粘虫板进行调查；③卵：由成虫开始调查，每点 10 个果，用解剖镜观察，并收集成虫室内模拟饲养观察产卵及孵化情况；④幼虫：每点 5 个虫果，用解剖镜观察幼虫形态大小、颜色等特征。调查日期：每 3 d 调查 1 次核桃举肢蛾每种虫态历期。

1.3.2 药剂防治试验

试验于 2020 年 6－7 月在卢氏县进行。试验方法：选择常用的化学药剂和生物制剂，共设 12 个处理及清水对照，试剂编号、使用剂量及方法（见表 1）。每个处理选取 6 棵历年（连续 3 年以上）核桃举肢蛾危害严重核桃树，树龄 8 年生，试验使用电动喷雾器进行施药，共施药两次，第 1 次施药时间为 6 月上中旬，第 2 次施药时间为 7 月上中旬。试验于核桃收获期进行虫果率调查，每棵树调查 20 果，如处理树果实数量较少，则全树调查，并解刨虫果区分开核桃举肢蛾与桃蛀螟 *Dichocrocis punctiferalis*，分别计数。

计算方法：虫果率(%) = 虫果数/调查总果数 ×100；防治效果(%) =（对照区虫果率 － 处理区虫果率）/对照区虫果率 ×100。

1.3.3 农药残留检测

农药残留检测试验于 8 月初选择当地林业局提供核桃防治用量最多的农药（高效氯氟氰菊酯）及本试验药剂用量最大的药剂（吡虫啉）进行农药残留化验，分别在当地核桃园（喷施高效氯佛氰菊酯）和试验区（施用吡虫啉）选取核桃健果；送检对象为核桃仁和青皮，每种化验对象送检量为吡虫啉注干 900 g、吡虫啉灌根 3 kg、高效氯氟氰菊酯 3 kg；化验地点：农业农村部果品及苗木质量监督检验测试中心（郑州）。

1.4 统计方法

数据采用 Excel 2007 处理，不同药剂试验防治效果采用 SPSS 22.0 进行单因素方差分析。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1　施用药剂及防治效果

Table 1　Application of medicament and control effect

类别 Category	药剂处理 Pharmaceutical treatment	药剂名称 Pesticide name	稀释倍数 Dilution ratio	施用方法 Application method	总果数(个) Total of fruit	虫果数(个) Insect fruit	平均虫果率(%) Average rate of insect fruit	平均防效(%) Average control efficiency
有机磷类 Organophosphorus	A	40%辛硫磷乳油 40% Phoxim EC	1 000	喷雾 Spray	120	31	25.83	34.04
保幼激素类 Juvenile hormones	B	3%高渗苯氧威乳油 3% High permeation fenoxycarb EC	3 000	喷雾 Spray	120	27	22.50	42.55
拟除虫菊酯类 Pyrethroids	C	4.5%高效氯氰菊酯乳油 4.5% Lambda-cyhalothrin EC	1 000	喷雾 Spray	120	33	27.50	29.79
	D	25 g/L·联苯菊酯乳油 25 g/L·Bifenthrin EC	1 000	喷雾 Spray	120	21	17.50	55.32
生物源类 Biological source	E	5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐乳油 5% Methylamino abamectin benzoate centrates EC	4 000	喷雾 Spray	120	28	23.33	40.43
	K	8000 IU/mL 苏云金杆菌悬浮剂 8000 IU/mL *Bacillus thuringiensis* SC	750	喷雾 Spray	120	3	2.50	93.62
烟碱类 Neonicotinoid	F_1	70%吡虫啉水分散粒剂 70% Imidacloprid WG	1 g/r(cm)	注干 Injection of branches	120	12	10.00	74.47
	F_2	70%吡虫啉水分散粒剂 70% Imidacloprid WG	1 g/r(cm)	灌根 Irrigating roots	120	17	14.17	63.83
	I	25%噻虫嗪水分散粒剂 25% Thiamethoxam WG	7 500	喷雾 Spray	120	4	3.33	91.49
烟碱类·噻二嗪类 Neonicotinoid·Thiamethoxam diazine	J	50 g/L·吡虫啉·250 g/L·噻嗪酮悬浮剂 50 g/L·Imidaclotrid·250 g/L·Thiazone SC	2 500	喷雾 Spray	120	13	10.83	72.34
酰胺类 Amides	G	200 g/L·氯虫苯甲酰胺悬浮剂 200 g/L·Chlorantraniliprole SC	4 000	喷雾 Spray	120	24	20.00	48.94
苯甲酰基类 Benzoyl group	H	25%灭幼脲悬浮剂 25% Chlorbenzuron SC	1 500	喷雾 Spray	120	14	11.67	70.21
空白对照 Blank control	CK	清水 Water	–	喷雾 Spray	120	47	39.17	–

注：平均防效栏字母为多重比较结果在 $P=0.05$ 水平下。Note: The average column letters of prevention effect were multiple comparison results at $P=0.05$ level.

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2 结果与分析

2.1 核桃举肢蛾生活史

核桃举肢蛾年生活史调查发现，在卢氏县、栾川县和嵩县核桃举肢蛾每个虫态历期和发生时期均一致（表2）。河南伏牛山区核桃举肢蛾1年发生2代，越冬蛹期到6月上旬基本结束，化蛹盛期在5月底；越冬代成虫发生期为6月上旬至6月下旬，其中6月中旬为核桃举肢蛾越冬代成虫发生盛期，据观察核桃举肢蛾成虫寿命一般在6 d左右；第1代卵期为6月中旬至7月上旬，其中卵孵化盛期为6月底至7月上旬；幼虫发生期为6月中旬至7月下旬，幼虫盛发期在7月中旬，整个幼虫期均钻蛀于果实内进行危害，于7月中下旬老熟幼虫开始脱果并入土结茧化蛹，羽化为第2代成虫，其中蛹期为7月上旬至7月下旬，另一部分老熟幼虫有少数直接脱果入土形成越冬代幼虫。

第2代卵期为7月下旬至8月中旬，幼虫期从8月上旬直至越冬，其中8月中旬为第2代幼虫危害盛期；有个别幼虫因发育较晚，可由第1代幼虫直接越冬。第2代成虫期为7月中旬至8月上旬。核桃举肢蛾的成虫羽化盛期至初孵幼虫期为最佳防治时期，因此可在每年6－7月中旬，开展化学防治，控制第1代卵及幼虫蛀果危害。第2代幼虫发育相对不整齐，可在7月下旬至8月上旬田间始见第1代成虫后7日左右，开展有效防治，控制第2代卵及幼虫。

表2 核桃举肢蛾的生活史（河南伏牛山区）

Table 2 Life history of *Atrijuglans hetaohei* Yang (Funiu Mountain Area, Henan Province)

世代 Generations	4月 Apri.			5月 May			6月 Jun.			7月 Jul.			8月 Aug.			9月 Sep.			10月－翌年3月 Oct.–March of next year		
	上 F	中 M	下 L	上 F	中 M	下 L	上 F	中 M	下 L	上 F	中 M	下 L	上 F	中 M	下 L	上 F	中 M	下 L	上 F	中 M	下 L
越冬代	(–)	△	△	△	△	△	△	△													
Overwintering generation								+	+	+											
								○	○	○											
第1代									–	–	–	–	–	–	–	(–)	(–)				
First generation											△	△	△								
											+	+	+								
第2代													○	○	○						
Second generation														–	–	–	–	(–)			(–)

注：○，卵 “–”，幼虫； (–)”，越冬幼虫； “△”，蛹 “+”，成虫；F，上旬；M，中旬；L，下旬。Note：○，eggs； “–”，Larva； (–)”，Overwintering larva； “△”，Pupa； “+”，Adults；F，The first ten days of the month；M，The middle ten days of the month；L，The last ten days of the month.

2.2 不同药剂处理防治效果比较

在核桃举肢蛾孵化盛期及羽化盛期对核桃树全冠喷雾，不同的药剂防治效果存在一定差异，从大到小依次为苏云金杆菌 > 噻虫嗪 > 吡虫啉（注干） > 噻嗪酮 > 灭幼脲 > 吡虫啉（灌根） > 联苯菊酯 > 氯虫苯甲酰胺 > 高渗苯氧威 > 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 > 辛硫磷 > 高效氯氰菊酯（表1），其中苏云金杆菌和噻虫嗪对核桃举肢蛾防治效果均显著高于其他处理，分别为93.62%和91.49%，高效氯氰菊酯防效最低为29.79%；相同药剂使用不同施药方法防治效果也存在差异，吡虫啉注干对核桃举肢蛾防治效果显著高于吡虫啉灌根。在实际生产应用中，当地则使用较多的为高效氯氰菊酯及一些其他药剂。试验表明，生物杀虫剂表现出较好的防治效果，农户可根据需求，搭配不同类型药剂施用达到最好的防治效果。

2.3 核桃果实农药残留检测

核桃果实农药残留检测结果发现：检测对象分别为吡虫啉注干（a）和灌根（b）试验和卢氏县、栾川县和嵩县常用药剂高效氯氟氰菊酯（c）

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

农药残留，样品原标识为果仁（a_1、b_1、c_1）和青皮（a_2、b_2、c_2）两部分，分析结果和国家农药残留标准做对比。检测结果表明，在吡虫啉注干的果仁中检测出了吡虫啉残留较高，为 0.034 ppm，超出国家标准（0.01 ppm），但吡虫啉灌根处理的果仁中未检出吡虫啉（≤0.0055），卢氏县、栾川县和嵩县防治常用药剂高效氯氟氰菊酯检测果仁发现没有残留或残留较低不能检测出来。青皮检测发现吡虫啉注干残留比灌根高，高效氯氟氰菊酯检测没有发现残留，这说明卢氏县、栾川县和嵩县核桃使用药剂防治残留较低，远小于农药最大残留限量（GB2763－2016）（表 3）。

表 3　核桃农药残留检测

Table 3　Detection of pesticide residues in walnut

检测项目 Items	样品原标识 Original sample identification	样品量 Sample amout	吡虫啉（mg/kg） Imidacloprid	高效氯氟氰菊酯（mg/kg） Lambda-cyhalothrin
			GB/T 20769-2008	NY/T761-2008
果仁 Nutlet	a_1	900 g	0.034	–
	b_1	3 kg	≤0.0055	–
	c_1	3 kg	–	≤0.0055
青皮 Peel	a_2	900 g	0.016	–
	b_2	3 kg	0.012	–
	c_2	3 kg	–	≤0.0055

3　结论与讨论

本研究于 2018 年 1 月至 2020 年 12 月期间，针对核桃举肢蛾在河南伏牛山区生活特性，通过调查核桃举肢蛾各个虫态特征，明确了核桃举肢蛾在河南伏牛山区的发生规律，即每年发生 2 代，且以老熟幼虫在土壤中结茧越冬；其中，6 月中旬为核桃举肢蛾越冬代成虫发生盛期，幼虫盛发期在 7 月中旬，第 1 代幼虫期危害最为严重，核桃举肢蛾的成虫羽化盛期至初孵幼虫期为最佳防治时期。药剂筛选试验发现，苏云金杆菌和噻虫嗪对核桃举肢蛾幼虫的防治效果最好，分别为 93.62% 和 91.49%；在农药残留检测中，吡虫啉注干农药残留较高，但检测果仁没有发现常用药剂高效氯氟氰菊酯残留或残留较低不能检测出来。本研究所获得的核桃举肢蛾生活史与谷瑞民等（2019）研究关于陕西商洛核桃举肢蛾发生代数及越冬虫态一致，商洛属于秦岭、伏牛山、武当山的三角地带，两地均属于秦岭东段余脉，区位一致，但虫态历期有较小差异。不同地区核桃举肢蛾发生代数有差异。在河北地区，核桃举肢蛾 1 年发生 1 代（田士波等，1991），在济南市章丘地区 1 年 3 代，每代发育历期 40 d 左右，以老熟幼虫落果入土化蛹及越冬（高其富等，2020）。不同的发育历期核桃举肢蛾越冬代成虫羽化盛期及第 1 代幼虫孵化盛期不一致，最佳防治时期有差异。调查发现河南伏牛山地区核桃举肢蛾越冬代成虫盛发期、第 1 代幼虫孵化盛期分别在 6 月中旬和 7 月上旬；商洛地区核桃举肢蛾越冬代成虫盛发期、第 1 代幼虫孵化盛期分别在 6 月下旬至 7 月上旬、6 月下旬至 7 月上中旬，与本研究发生期接近，但相比商洛地区，卢氏县核桃举肢蛾发生规律整体提前 5～10 d。河北地区核桃举肢蛾越冬代成虫盛发期、第 1 代幼虫孵化盛期分别在 7 月上旬、7 月中旬（田士波等，1991），与伏牛山区相比发生历期滞后；济南市章丘地区核桃举肢蛾越冬代成虫盛发期、第 1 代幼虫孵化盛期分别在 5 月下旬、6 月 10 日左右，相比其他地区核桃举肢蛾发生时期提前较多。即使在相同地区，不同年份，核桃举肢蛾初孵幼虫蛀果时间也有差异（田敏爵等，2010）。

不同地区选择防治核桃举肢蛾最佳时期不尽相同，本研究根据核桃举肢蛾在伏牛山区越冬代成虫盛发期、第 1 代幼虫孵化盛期进行药剂防治，均得到了较好的防治效果，但不同药剂处理间有显著差异。试验表明，苏云金杆菌对核桃举肢蛾防治效果为 93.62%，效果最佳，噻虫嗪防效次之

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

为 91.49%。田敏爵等（2010）用 32 000 IU/mL 苏云金杆菌 1 000 倍液喷雾 2 次，可使虫果率下降到 10.31%。但卢氏县、栾川县和嵩县大面积防治多采用高效氯氰菊酯与其他农药混配进行防治，因防治时期有差异，造成当年试验防治效果不佳。范海波等发现 4.5% 高效氯氰菊酯稀释 1 500 倍对核桃举肢蛾林间防效达到 96% 以上（范海波和娄天坤，2020），与本研究获得的防效仅为 29.79% 差距较大，这可能与防治关键时期和其他综合管理措施有关系。

农药残留检测发现，没有检测到常规用药高效氯氰菊酯的残留，但在果仁和青皮中检测到了内吸性较强的吡虫啉。唐光辉等（2008）研究表明，树干注入吡虫啉后，在核桃树体内具有较好的传导，含量由大到小为：叶片 > 青皮 > 果仁。而且在核桃树体内残留期较长，注药 60 d 后，核桃叶片、果皮和果仁中的含药量分别为 0.256、0.178 和 0.046 mg/kg，注药 80 d 后，吡虫啉在叶片、果皮和果仁中的含量均小于 0.05 mg/kg。这可能与提前药剂防治延长了用药与收获时间，核桃果实内循环消耗掉了使用农药有关。

因此，在核桃种植区揭示核桃举肢蛾主要发生规律，选择最佳防治时期，使用生物农药或低毒高效农药，提前预防，可以有效地提高药剂防治效果、显著降低虫口密度和果实中农药残留含量，配合农业防治及措施，可实现核桃食品安全生产控制主要有害生物的新模式，逐步减少农药使用次数，整体提高核桃产量和质量。

参考文献（References）

Chen C，Li XQ，Yang MX，*et al*. Population dynamics and preference to color of *Atrijuglans hetaohei* Yang [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*，2015，43（2）：152，211. [陈川，李兴权，杨美霞，等. 核桃举肢蛾年消长动态及对色彩趋性的研究[J]. 安徽农业科学，2015，43（2）：152，211]

Fan HB，Lou TK. Drug control experiment of *Atrijuglans hetaohei* Yang in Zhangqiu [J]. *Journal of Special Economic Species*，2020，23（20）：70－72. [范海波，娄天坤. 章丘核桃举肢蛾药物防治试验[J]. 特种经济种植物，2020，23（20）：70－72]

Gao QF，Xi J，Yang BJ，*et al*. Study on the occurrence regularity of *Atrijuglans hetaohei* [J]. *Journal of Fruit Resources*，2020，1（2）：7－10. [高其富，袭娟，杨阜俊，等. 核桃举肢蛾发生规律研究[J]. 果树资源学报，2020，1（2）：7－10]

Gu RM，Bai GS，Xi FM，*et al*. The occurrence and prevention of *Atrijuglans hetaohei* Yang in Shangluo，Shaanxi [J]. *Journal of Anhui Agrictural Science*，2019，47（15）：140－144. [谷瑞民，白岗栓，席福民，等. 陕西商洛核桃举肢蛾的发生与防治[J]. 安徽农业科学，2019，47（15）：140－144]

Hao XY，Hou YP，Zhang QT. Scanning electron microscope observation of gonad of *Atrijuglans hetaohei* Yang [J]. *Journal of Electronic Micrography*，2004，23（4）：357－357. [郝兴宇，侯艳平，张金桐. 核桃举肢蛾性腺的扫描电镜观察[J]. 电子显微学报，2004，23（4）：357－357]

Hao XY，Zhang JT，Wang R，*et al*. Component analysis of the sex pheromone gland secretion for *Atrijuglans hetaohei* Yang [J]. *Journal of Shanxi Agricultural University*（Natural Science Edition），2007，27（4）：409－411. [郝兴宇，张金桐，王瑞，等. 核桃举肢蛾性信息素腺体提取物的成分分析[J]. 山西农业大学学报（自然科学版），2007，27（4）：409－411]

Hao XY. Study on Sex Pheromone of *Atrijuglans hetaohei* Yang [D]. Shanxi：Shanxi Agricultural University Master Thesis，2005：38－51. [郝兴宇. 核桃举肢蛾性信息素研究[D]. 山西：山西农业大学硕士论文，2005：38－51]

Honger JO，Offei SK，Oduro KA，*et al*. Identification and molecular characterisation of Collet－otrichum species from avocado，citrus and pawpaw in Ghana [J]. *South African Journal of Plant & Soil*，2016，33（3）：177－185.

Li L. Analysis of Land Use Change and Ecological Environment Effect in Funiu Mountanin Area [D]. Henan：Henan University Master Thesis，2020：16. [李理. 伏牛山地区土地利用变化及其生态环境效应分析[D]. 河南：河南大学硕士论文，2020：16]

Li TF. Identification and Analysis of Neuropeptide in *Atrijuglans hetaohei* Yang（Lepidoptera：Gelechioidea）[D]. Shaanxi：Northwest Agriculture and Forestry University Master Thesis，2018：37－45. [李天凤. 核桃举肢蛾神经肽基因鉴定和分析[D]. 陕西：西北农林科技大学硕士论文，2018：37－45]

Li WH，Huang XL，Wang D，*et al*. Molecular cloning and immunofluorscence localization of sex pheromone binding protein 2 from *Atrijuglans hetaohei* Yang（Lepidoptera：Heliodinidae）[J]. *Acta Entomologic Sinica*，2015，58（10）：1054－1062. [李文海，黄兴龙，王敦，等. 核桃举肢蛾性信息素结合蛋白 2 的分子克隆和免疫荧光定位[J]. 昆虫学报，2015，58（10）：1054－1062]

Niu XP，Gao H，Chen Y，*et al*. First report of anthracnose on white jute（*Corchorus capsularis*）caused by *Colletotrichum fructicola* and *C. siamense* in China [J]. *Plant Disease*，2016，100（6）：1243.

Pang XF，Li WX. Occurrence law and comprehensive control technology of *Atrijuglans hetaohei* Yang [J]. *China Plant Protection*，2009，29（2）：31. [庞小芳，李文祥. 核桃举肢蛾发生规律及综合防治技术[J]. 中国植保导刊，2009，29（2）：31]

Tang GH，Sun PP，Zhai MZ，*et al*. Distribution of imidacloprid in walnut tissues after trunk in jection [J]. *Chinese Journal of Pesticide Science*，2008，10（2）：232－235. [唐光辉，孙平平，翟梅枝，等. 树干注药后吡虫啉在核桃组织中的分布动态研究[J]. 农药学学报，2008，10（2）：232－235]

Tian MJ，Liu FL，Dong JQ. Outbreaking regularity of *Atrijuglans hetaohei* and tis comprehensive control techniques [J]. *Journal of Northwest Forestry University*，2010，25（2）：127－129. [田敏

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

爵，刘凤利，董军强．商洛地区核桃举肢蛾的生活史及防治［J］．西北林学院学报，2010，25（2）：127－129］

Tian SB，Jin XR，Zhao SE，*et al*. Conyrol of *Atrijuglans hetaohei* Yang by method of high－pressure injection［J］. *Acta Agriculturae Boreali Sinica*，1991，6（S1）：158－161.［田士波，靳杏蕊，赵淑娥，等．高压注射法防治核桃举肢蛾的研究［J］．华北农学报，1991，6（S1）：158－161］

Tian SB，Jin XR，Zhao SE. Preliminary report on the control of young larvae of *Atrijuglans hetaohei* Yang［J］. *Scientia Silvae Sinicae*，1993，8（3）：262－265.［田士波，靳杏蕊，赵淑娥．果内核桃举肢蛾低龄幼虫防治研究初报［J］．林业科学，1993，8（3）：262－265］

Wang QQ，Zhang ZQ，Tang GH. The mitochondrial genome of *Atrijuglans hetaohei* Yang（Lepidoptera：Gelechioidea）and related phylogenetic analyses［J］. *Gene*，2016，581（1）：66－74.

Wang R，Li QS，Guo GM. A preliminary observation on the walnut sun moth in laboratory［J］. *Journal of Shanxi University*（Natural Science Edition），1994，17（1）：91－94.［王瑞，李青森，郭贵明．核桃举肢蛾室内饲养观察［J］．山西大学学报（自然科学版），1994，17（1）：91－94］

Wang XH，Zhang KP，Wang JS，*et al*. Control effects of sex pheromong trapping and ground treatment on *Atrijuglans hetaohei*［J］. *Journal of Henan Agricutural Sciences*，2015，44（8）：80－82.［王相宏，张坤朋，王景顺，等．性诱剂诱杀及地面处理防治核桃举肢蛾效果［J］．河南农业科学，2015，44（8）：80－82］

Wu HB，Fu L，Jiang LL，*et al*. The occurrence of mian diseases and insect pests and the chemicalcontrol process in Taian walnut orchards［J］. *Journal of Plant Protection*，2020，47（5）：1122－1130.［武海斌，付丽，姜莉莉，等．泰安市核桃园主要病虫害发生情况及其化学防治用药流程［J］．植物保护学报，2020，47（5）：1122－1130］

Yin WH，Yu ZD，Tang GH，*et al*. Control of fruit pests and diseases of walnut with trunk injection［J］. *Journal of Fruit Science*，2014，31（3）：454－459.［阴文华，余仲东，唐光辉．树干注药对核桃果实病虫害的防治效果［J］．果树学报，2014，31（3）：454－459］

Zhang ZH，Pei D. Walnut Disciplines［M］. Beijing：China Agricultural Press，2018：12－15.［张志华，裴东．核桃学［M］．北京：中国农业出版社，2018：12－15］

Zheng JP，Li CB，Zhang YF，*et al*. Biological characteristic of *Atrijuglans hetaohei* and its control［J］. *Chinese Bulletion of Entomology*，1992，29（4）：206.［郑建平，李春波，张玉芳，等．核桃举肢蛾的生物学特性及防治［J］．昆虫知识，1992，29（4）：206］

Zhu SY. Analysis of Genes Related to Sex Pheromone Biosynthsis and Transport in *Atrijuglans hetaohei* Yang［D］. Shaanxi：Northwest Agriculture and Forestry University Master Thesis，2020：19－26.［朱姝颖．核桃举肢蛾性信息素生物合成与转运相关基因分析［D］．陕西：西北农林科技大学硕士论文，2020：19－26］

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net