

陕西商洛核桃举肢蛾的发生与防治

谷瑞民¹, 白岗栓^{2*}, 席福民³, 刘英俊⁴ (1. 洛南县林业局, 陕西洛南 726100; 2. 西北农林科技大学水土保持研究所, 陕西杨凌 712100; 3. 洛南县农民科技教育培训中心, 陕西洛南 726100; 4. 澄城县果业管理局, 陕西澄城 715299)

摘要 介绍了陕西商洛核桃产区核桃举肢蛾的危害特征、形态特征、生活史、生活习性、发生规律及预测预报方法, 指出陕西商洛核桃举肢蛾1年发生1~2代, 且以第一代危害为主。提出防治核桃举肢蛾以预防为主, 在农业防治的基础上, 加强地面防治和树上防治, 积极消灭越冬幼虫, 适时开展生物防治与化学防治, 并根据核桃举肢蛾的生活阶段, 选择不同类型的生物及化学药剂。

关键词 核桃举肢蛾; 危害特征; 形态特征; 发生规律; 防治方法

中图分类号 S436.64 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)15-0140-05

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2019.15.039

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The Occurrence and Prevention of *Atrijuglans hetaohei* Yang in Shangluo, Shaanxi

GU Rui-min¹, BAI Gang-shuan², XI Fu-min³ et al (1. Forestry Bureau of Luonan County, Luonan, Shaanxi 726100; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100; 3. Education Training Center of Farmers Science and Technology of Luonan County, Luonan, Shaanxi 726100)

Abstract This paper introduced the damage characteristics, morphological characteristics, life cycle, life habits, occurrence rules and prediction methods of *Atrijuglans hetaohei* Yang in Shangluo, Shaanxi Province, and pointed out that *Atrijuglans hetaohei* Yang had one to two generations per year in Shangluo, and the first generation was the main hazard generation in walnut fruit. The paper put forward that prevention and control of *Atrijuglans hetaohei* Yang should focus on forecast and prevention, and on the basis of agricultural prevention and control, strengthen ground control and tree control, actively trap overwintering larvae, timely carry out biological and chemical control, and different types of biological and chemical agents were selected according to the life stage of *Atrijuglans hetaohei* Yang.

Key words *Atrijuglans hetaohei* Yang; Damage characteristics; Morphological characteristics; Occurrence rules; Prevention and control technology

商洛位居陕西省东南部, 处于 108°34'20"~111°01'25"E、33°02'30"~34°24'40"N, 为横跨黄河、长江两大流域的秦岭山区。商洛岭谷相间排列, 山脉绵延起伏, 河流纵横密布, 光照充足, 雨量充沛, 气候温和, 适宜核桃(*Juglans regia*)、板栗(*Castanea mollissima*)、连翘(*Forsythia suspensa*)、金银花(*Lonicera japonica*)等经济林生长。商洛是全国著名的核桃老产区, 核桃是当地群众发家致富的铁杆庄稼。商洛核桃年产 10 万 t, 受核桃举肢蛾(*Atrijuglans hetaohei* Yang)的影响, 减产 20%~30%, 严重区域在 50%左右。虽然商洛进行了多次核桃举肢蛾防治, 但效果欠佳^[1-5]。目前商洛核桃面积不断扩大, 由以前的稀植栽培发展为矮化密植栽培, 由散生经营发展为集约经营, 为核桃举肢蛾的暴发创造了条件。为了更好地防治核桃举肢蛾, 提高核桃产量, 根据商洛核桃举肢蛾的危害症状、形态特征、发生规律、生活习性及相关文献^[6-10], 探索核桃举肢蛾的预测预报方法及综合防治措施, 为商洛核桃产业的健康发展、农民增产增收提供指导。

1 核桃举肢蛾的危害症状

核桃举肢蛾隶属于鳞翅目(Lepidoptera)织蛾科(Oecophoridae)黑展足蛾属(*Atrijuglans*), 是一种专门危害核桃及核桃楸(*Juglans mandshurica*)的蛀果性害虫, 又称“核桃黑”。

“核桃黑”是核桃产区群众对青皮绿核桃变黑的统称, 造成的主要原因是病虫危害, 其中核桃举肢蛾危害最为严重, 其次是核桃黑斑病(*Xanthomonas campestris* pv. *Jugandis* Pierce, 别名 *Xanthomonas jugandis* (Pierce) Dowson)。

核桃举肢蛾主要分布于陕西、河南、河北、北京、山西、山东、四川、贵州等地, 该虫以幼虫钻入核桃青皮内蛀食幼果, 在果皮内纵横串食, 随着幼虫的生长, 虫道内充满虫粪, 被害果仁发育不良, 外果皮变黑并开始凹陷, 脱落或干缩在树枝上, 形成“核桃黑”。初始的幼虫蛀入果实处有水珠呈现, 且水珠刚开始时呈透明状, 后变为琥珀色。其中蛀入果实较早的幼虫, 由于核桃内果皮还未发育坚硬, 幼虫不但可蛀蚀核桃外果皮, 还可以蛀蚀核桃内果皮及果仁, 有的还蛀食核桃果柄间的维管束, 引起核桃早期落果; 蛀入果实较晚的幼虫, 由于蛀入时核桃内果皮已发育坚硬, 只能在外表皮内串食, 且幼虫的蛀果孔少而小, 而核桃果实采前膨大期生长快, 蛀果孔愈合快, 距收获期时间短, 外果皮还未变黑即已经采收, 多不表现出危害症状^[11-14]。

2 核桃举肢蛾的形态特征

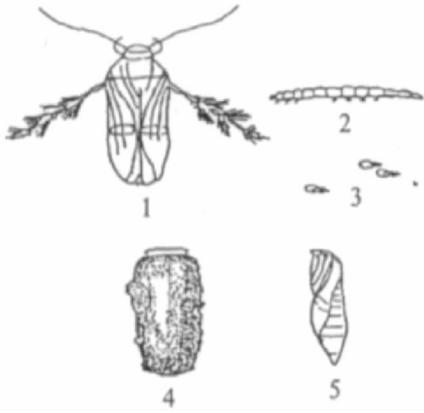
核桃举肢蛾有成虫、卵、幼虫、茧、蛹 5 个虫态, 是一种完全变态害虫^[15](图 1)。

2.1 成虫(蛾) 为小型灰黑色或黑褐色蛾, 有紫色光泽, 复眼突出呈紫红色。头部褐色被银灰色大鳞片, 下唇须发达, 内侧白色, 外侧淡褐色, 向上弯曲, 超过头顶。触角丝状、褐色, 密被白毛。翅 2 对, 呈披针形(柳叶形), 前翅黑褐色, 前翅端部 1/3 处有一半月形白斑, 基部 1/3 处有一椭圆形小白斑(有时不明显), 缘毛较长, 黑褐色; 后翅褐色, 后缘布生长

基金项目 国家重点研发计划项目“高塬沟壑区固沟保塬生态防护与苹果产业提质增效技术及示范”(2016YFC0501706); 国家“十二五”科技支撑计划项目“西部城郊生态涵养高效农业模式研究与示范”(2014BAD14B006)。

作者简介 谷瑞民(1966—), 男, 陕西富平人, 高级农艺师, 从事经济林栽培方面的研究及推广工作。* 通信作者, 研究员, 从事农田生态方面的研究。

收稿日期 2019-03-06



注:1.成虫;2.幼虫;3.卵;4.茧;5.蛹
Note: 1. Adult;2. Larva;3. Egg;4. Cocoon. 5. Pupa

图1 核桃举肢蛾的形态特征

Fig. 1 Morphological characteristics of *Atrijuglans hetaohei* Yang

毛,翅面布满黑色鳞粉,有光泽。胸背黑褐色,中胸中部(小盾片)被白鳞毛。腹部背面有黑白相间的鳞毛,腹面银白色。足3对,白色,后足很长,胫节和跗节具有环状黑色刺毛,静止时胫、跗节向侧后方上举,并不时摆动,故名“举肢蛾”。雌蛾体长5~8 mm,翅展13 mm;雄蛾体长4~7 mm,翅展12 mm,雌蛾略大于雄蛾。

2.2 卵 卵椭圆形,长0.6~0.8 mm,直径0.4 mm,初产时乳白色,渐变黄白色、黄色或淡红色,近孵化时呈红褐色。卵壳表面具有规则的网格状凸起纹路。

2.3 幼虫 初孵幼虫体长1.5 mm,乳白色,头部黄褐色。老熟幼虫体长7.5~9.0 mm,淡黄白色,体背中间有紫红色斑点,各节均有白色刚毛,头部暗褐色,腹足趾钩为单序环状,臀足趾钩为单序横带。

2.4 茧 椭圆形,褐色,长8~10 mm,宽3~6.5 mm。常黏附草屑及细土粒,较宽的一端有黄白色丝缝,即羽化孔,多靠近

土表,为成虫羽化时的出口。

2.5 蛹 体长4~7 mm,宽2.5 mm,纺锤形,初期为黄白色,近羽化时变为黄褐色,静伏于茧中,复眼呈暗红色。

3 核桃举肢蛾的生活史

在商洛,核桃举肢蛾在海拔1200 m以上的地区1年发生一代,海拔800~1200 m发生1~2代,海拔800 m以下的地区发生2代,其中第2代发生数量较少,危害轻,主要以第1代危害为主。核桃举肢蛾老熟幼虫在树冠下1~3 cm深的表土层中以及草皮下、树缝中、枯果内结茧越冬。5月中旬越冬幼虫在茧内开始化蛹,蛹期7~10 d,干旱情况下蛹期较长。5月中旬到6月下旬越冬幼虫处于化蛹期,其中6月上旬为化蛹盛期。5月下旬至7月下旬为越冬成虫发生期。成虫寿命一般为5~7 d,最长为8 d,其中6月下旬至7月上旬为越冬成虫发生盛期。越冬成虫6月上旬至7月下旬产卵,卵期4~6 d,卵于6月中旬开始孵化,其中6月下旬至7月上旬为孵化盛期,同时也是第1代初孵幼虫的蛀果盛期,对应农作物小麦(*Triticum aestivum* L.)的物候期是麦穗发黄即将收割时期。幼虫在果内危害30~45 d,7月中旬部分老熟幼虫开始脱果,脱果盛期在8月上旬。7月20日前脱果的老熟幼虫有一部分能在土中继续结茧化蛹,12~14 d后羽化为第2代成虫。7月20日后脱果的老熟幼虫大多入土结茧,形成越冬代幼虫。第2代成虫交尾、产卵、孵化出第2代幼虫,7月下旬至9月上旬是第2代幼虫危害期,其中8月中下旬为第2代幼虫危害盛期。经过第2代成虫产卵繁殖后,核桃中的虫口密度增加,果实中的虫口数量达4~5条。8月上旬出现较多的第2代蛀果幼虫只有少数能够脱果,大部分至核桃采收时尚未发育成熟,不能完成生活周期。在适宜温度、湿度条件下,幼虫在茧内存活可达300 d以上,干燥或湿度很低可使茧内幼虫死亡。9月中旬后老熟幼虫脱果进入越冬状态,越冬的老熟幼虫中,既有第1代幼虫,也有少量的第2代幼虫(图2)。

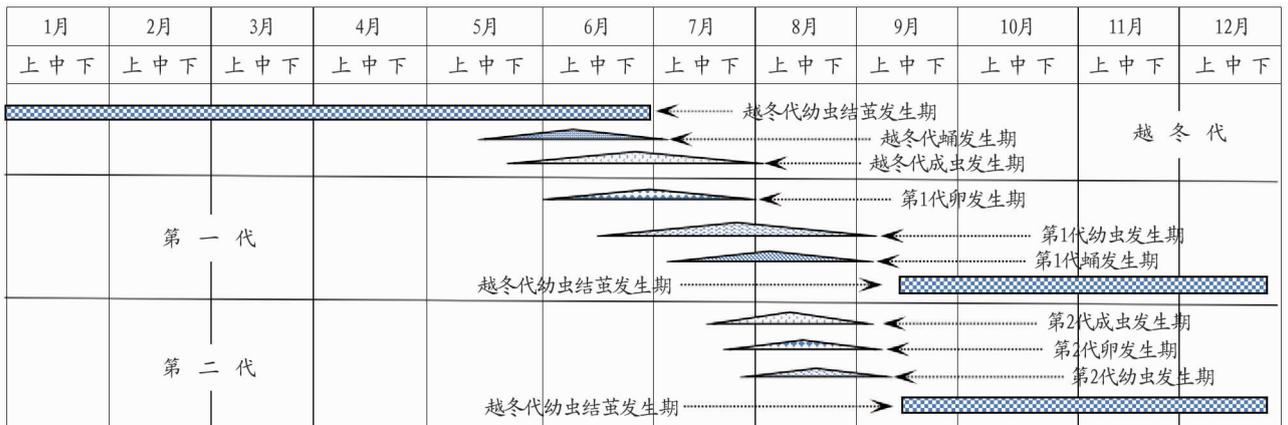


图2 陕西商洛核桃举肢蛾生活史

Fig. 2 Life cycle of *Atrijuglans hetaohei* Yang in Shangluo, Shaanxi Province

4 核桃举肢蛾的生活习性

核桃举肢蛾由蛹羽化为成虫(蛾)需要历时45~60 min,其中10:00—13:00为羽化高峰期,降雨降温可影响其羽化进程。羽化1~2 d后成虫便可交配产卵。核桃举肢蛾成虫

夜间不活动,07:00—16:00常藏匿于核桃树冠中下部叶背面阴凉处及周围其他作物叶背面和杂草丛、石块中静止不动,后足向侧后方举起,有时作划船状摇动,行走用前足和中足,受到惊吓做快速而短距离跳跃或短时飞行,以寻找新的潜藏

地点。成虫 16:30—19:30 开始频繁爬行或短距离飞行,雄蛾活跃期喜欢在核桃树冠外侧转圈飞翔寻找配偶,求偶和交配高峰期在 17:30—19:00。求偶高峰期雌蛾伸出腹部末端产卵器与性腺体,吸引、召唤雄虫。雌蛾伸出产卵器和性腺体是提取性信息素物质的最佳时期。交尾时停于叶背,交尾时间一般为 70~90 min,最多可达 111 min。交尾时雌雄蛾子尾部黏连呈现弯曲并列状,双双静伏在叶背或核桃青果上。处于性兴奋求偶状态的雌虫主要停留在树冠中下部叶背面。举肢蛾雌雄虫存在多次交配现象,雌虫有进行 2、3 次交配的行为,且刚产完卵后的雌虫即可再次交配。雌虫交配后次日 16:00—19:00 可产卵。产卵前雌虫会不断地在果面上爬行,其腹部末端向下弯曲,不断伸出产卵器探测,寻觅合适的产卵地点。雌虫卵多产于两果交接处,也可产于萼凹、梗凹或叶柄上,果实表面很少产卵。雌虫产卵时静止不动,多为单粒散产,一般 1 果有 1~2 粒卵,每头雌蛾可产卵 8~37 粒,平均产卵 22.6 粒。雌虫产卵时间可持续 7 d 左右,每日产卵量不一,单日最大产卵量可达 10 粒。未发生交配的雌虫也可以产卵,其产卵方式与完成交配的雌虫一样,但所产卵的颜色较浅。核桃举肢蛾成虫有微弱的趋光性。幼虫孵出后,初孵幼虫在果面爬行 2~5 h 找到适宜位置蛀入果实,一般多从背光面蛀入,蛀入果内须经 6~10 h。初蛀果孔流出白色透明黏胶状或琥珀色分泌物,很快变黄后再变为黑色,因初蛀果孔小,不明显,随着果实的增大,在果实外表很难发现。通常情况下幼虫不转果危害,1 个果实有 1~2 条幼虫,最多可达 24 条。蛀果幼虫串食果肉,危害期为 35~40 d。幼虫蛀入果实后,4 d 后果面便会出现弯曲的褐色虫道。蛀入果实较早的幼虫,由于危害时期为核桃幼果快速生长期,此期核桃内果皮(核桃壳)尚未硬化,幼虫可蛀食内果皮并进入果仁(子叶)内部危害,致使幼果直接脱落而外表皮并不发黑,核桃产量严重受损。蛀入果实较晚的幼虫,核桃内果皮已发育坚硬,幼虫只能在外表皮(青皮)内串食,外果皮渐被蛀空并充满虫粪,雨水通过蛀果孔渗透到外果皮,导致外果皮变黑、干缩,形成“核桃黑”,脱落或干缩在树枝上。部分第 1 代幼虫及第 2 代幼虫在 8 月及 9 月上旬危害果实,果实处于采前膨大期,幼虫只能在外表皮内串食,受害果实能够继续生长,由于距收获期时间短,外果皮尚未变黑即已经采收,但种仁已经变质、干缩、变黑,大大降低了食用品质,甚至失去了食用价值^[11-14]。幼虫成熟后从直径 0.1~0.2 cm 的近圆形脱果孔钻出坠于地面,在地面稍爬行,然后钻入疏松土壤、石块与土壤相接处或杂草根际处结茧,约经过 3 d,在土壤表面可见白色或粉红色羽化线(茧在土壤表面的露出口)。该虫有连年危害同一株树的习性,茧多分布于被害树冠冠幅以内,以靠近树干基部及土层深度 1~3 cm 处较多。

核桃举肢蛾天敌主要有小茧寄生蜂(*Braconidae*)、瓢虫(*Coccinellidae* sp.)、草蛉(*Chrysopa* sp.)、蜡象(*Anthrribus niveovariegatus*)、蜘蛛(*Araneida* sp.)、螳螂(*Mantodea*)、蚂蚁(*Pheidole* sp.)等以及真菌、细菌等。越冬幼虫由于寄生蜂和寄生菌的寄生而造成的死亡率为 8%~10%,卵和幼虫被天敌

取食约为 18%。

5 核桃举肢蛾的发生规律

核桃举肢蛾雌蛾大多数将卵产在两果之间缝隙处和萼洼、梗洼处,隐蔽性强,不易被天敌发现;初孵幼虫从蛀入果实到老熟幼虫脱果,在果实内部危害长达 30~40 d,危害期长,不易防治,但核桃举肢蛾成虫飞翔能力差,一般飞翔距离不超过 2 m,且多在树冠中下部活动,可用化学药剂进行熏蒸;核桃举肢蛾老熟幼虫脱果入土后吐出的丝状黏液与细丝制成纺锤形的茧,但较宽的一端有一黄白色丝缝,即羽化孔,如有异物阻挡羽化孔,即可抑制成虫羽化。核桃举肢蛾的发生与危害,与当地的气候环境、地形地貌、核桃园管理水平等密切相关,在商洛主要表现出以下几项规律。

5.1 低海拔地区危害严重,高海拔地区危害较轻 低海拔(<800 m)地区春季气温回升早且温度上升快,有利于举肢蛾幼虫越冬,提高了越冬虫口数量,且低海拔地区生长期长,举肢蛾 1 年可发生 2 代,增大了虫口密度;而高海拔(>1 200 m)地区冬季冰雪覆盖厚,气温低,可将躲藏在地表、杂草、树缝中的部分幼虫冻死,降低了越冬虫口数量,且高海拔地区生长期短,举肢蛾一年仅可发生 1 代,虫口密度低,因而低海拔地区核桃举肢蛾危害严重,高海拔地区危害较轻。

5.2 阴坡危害严重,阳坡危害较轻 核桃举肢蛾出土羽化与土壤湿度及空气湿度密切相关,当土壤含水量达 10%、空气湿度达 60%以上时即可大量出土羽化。阴坡的土壤含水量高,空气湿度大,有利于越冬老熟幼虫出土羽化,因而阴坡虫口数量大,危害严重;而阳坡虽然温度回升早,温度上升快,越冬老熟幼虫出土羽化比阴坡早 5~10 d,但阳坡土壤含水量低,空气干燥,越冬老熟幼虫出土羽化及虫卵孵化,幼虫生长受到抑制,因而危害较轻。此外,阳坡光照充足,核桃叶片光合作用强,树体生长良好,抗逆性强,而阴坡光照不足,叶片光合作用弱,抗逆性差,易遭虫害。

5.3 沟道危害严重,平川危害较轻 沟道往往日照时间短,通风、透气不良,空气湿度大,土壤含水量高,有利于越冬老熟幼虫出土羽化,虫口数量大,危害严重;而平川地日照时间长,通风、透气良好,空气湿度及土壤含水量相对较低,不利于越冬老熟幼虫出土羽化,因而虫口数量小,危害较轻。

5.4 荒坡危害严重,耕地、庭院危害较轻 核桃举肢蛾以老熟幼虫在土壤表层作茧越冬,耕地需进行耕翻、耙耱等农事操作,庭院常进行清扫等,在一定程度上破坏了举肢蛾幼虫越冬的立地环境,抑制了虫害繁殖。而荒坡地杂草丛生,枯枝落叶多,为老熟幼虫越冬提供了有利的场所和条件,因而举肢蛾危害较重。同样,垦复、扩盘和林粮间作的核桃树危害轻,放任管理的危害严重;拣拾落果、施肥管理的核桃树危害较轻,无人管理的危害重。

5.5 多雨年份危害严重,干旱年份危害较轻 温度影响举肢蛾的发育速度,土壤含水量与空气湿度则影响举肢蛾的发育存活率。在温度条件满足时,土壤含水量低,发育历期延长,存活率降低。土壤含水量低于 3%,越冬老熟幼虫不能化蛹、羽化而死亡。春末夏初降水多且均匀的年份,土壤含水

量保持在 8%~15%，空气湿度达 60%以上时，越冬幼虫化蛹、羽化率高，举肢蛾发生、危害严重。相反，干旱少雨的年份，举肢蛾发生危害轻。核桃举肢蛾羽化期雨量充沛、高温多湿，核桃举肢蛾则危害严重；同样，潮湿疏松的砂质土或壤质土核桃园举肢蛾则发生严重。

6 核桃举肢蛾的预测预报方法

核桃树树冠高大，栽植分散，而举肢蛾危害隐蔽性强，危害时期长，往往造成防治效果较差。防治举肢蛾必须根据每年的气候数据、监测结果及田间调查结果，预测预报核桃举肢蛾越冬幼虫出土、成虫羽化、老熟幼虫脱果时期，制订综合治理方案，进行集中防治，提高防治水平，减少防治过程中的人力、物力消耗，经济、有效地防治核桃举肢蛾。

6.1 筛茧法 春季核桃萌芽期，在上年危害较重的核桃园选 10 株核桃树，在树干周围采用对角线取样法采取面积 $0.5\sim 1.0\text{ m}^2$ 、深度 $3\sim 5\text{ cm}$ 的土壤，用筛子筛出虫茧，取平均值。当虫茧密度为 $5\text{ 头}/\text{m}^2$ 以下为轻度危害， $6\sim 10\text{ 头}/\text{m}^2$ 为中度危害， $11\text{ 头}/\text{m}^2$ 以上为重度危害。

6.2 瓦片覆盖法 核桃萌芽期将筛茧法收集到的越冬虫茧计数后置于填有枯叶及园土的瓦罐中（土壤表面距罐口 1 cm ），使虫茧距离土壤表面 2.0 cm 且有羽化线的一端朝向土壤表层，然后将瓦罐埋于园内具有代表性的树盘下，罐口与地面持平或稍低，5 月中旬在瓦罐上散放瓦片、砖块并用纱网罩住罐口。每隔 $3\sim 5\text{ d}$ 翻检瓦片、砖块进行调查，第 1 次见到蛹后改为 1 d 调查 1 次。连续 3 d 见到蛹即为出土化蛹盛期。也可以选上一年受害严重的果园，选择 10 株调查树，将树盘内的杂草、石块等杂物清除干净，然后在树冠下摆放瓦片或砖块，从 5 月中旬开始，每隔 $3\sim 5\text{ d}$ 调查一次，检查瓦片附近有无出土化蛹的幼虫，发现有出土幼虫后，每天定时观察记载，直到结束为止。

6.3 饲养法 在上年危害较重的核桃园收集部分越冬茧，置于与果园同样的土温、气温的环境中，上覆瓦块或砖块，用纱网罩住，观察老熟幼虫作茧化蛹时期及成虫羽化始期、盛期和末期，利用观察结果确定防治时期。

6.4 期距法 核桃举肢蛾各虫态在正常情况下蛹期为 7 d 左右，成虫取食 $2\sim 3\text{ d}$ 开始产卵，卵期 $3\sim 5\text{ d}$ 。通过瓦片覆盖法、饲养法测报到出土化蛹盛期，往后推 7 d 即为成虫羽化盛期，再往后推 $12\sim 15\text{ d}$ 即为卵孵化盛期。

6.5 查卵法 在上年危害较重的核桃园，采用 5 点选择样地，每样地调查 3 株核桃树，在 6 月每隔 $2\sim 3\text{ d}$ 调查树冠东、南、西、北 4 个方位的卵果数及卵数，重点检查 2 个果相接的缝隙处、梗洼、萼洼处，每个样地调查 200 个以上果实，当卵果率达 $0.5\%\sim 1.0\%$ 时可进行药剂防治。

6.6 物候法 核桃举肢蛾的个体发育与土温、气温、湿度等密切相关，当周平均气温达 $16.9\text{ }^\circ\text{C}$ 左右，地温达 $19.7\text{ }^\circ\text{C}$ ，土壤含水量在 10% 左右时越冬老熟幼虫便可出土羽化。若 5—6 月土壤含水量不足 5% 时则推迟出土期；雨后 $1\sim 2\text{ d}$ ，空气湿度在 60% 以上会形成幼虫出土羽化高峰。根据多年监测，此期为商洛各地麦穗发黄即将收割的时期，同时是核桃雌花

开花末期。

6.7 诱集法 采用树上挂雌蛾性诱剂方法诱捕雄蛾，确定成虫羽化的始期、盛期、末期，推算出产卵期和卵孵化的始期、盛期、末期，以指导树冠喷药时期。也可以利用核桃举肢蛾成虫的弱趋光性，在田间悬挂黑光灯诱杀其他害虫的条件下，依据灯光诱捕的成虫对该虫羽化期进行预测。黑光灯开启时间为傍晚至午夜，次日清晨检查、记载当晚诱集的虫数。

7 核桃举肢蛾的防治方法

核桃举肢蛾危害期长且隐蔽性强，防治核桃举肢蛾必须坚持“预防为主、综合防治”的方针，在农业防治、生物防治等的基础上，开展化学防治^[16-22]。

7.1 农业防治

7.1.1 破坏幼虫越冬环境。核桃举肢蛾老熟幼虫在树冠下表土层、草皮下结茧越冬，羽化孔遭到堵塞便不能羽化。在土壤冻结前或解冻后深刨树盘，深度 15 cm 以上，其中近树干周围宜浅，外围宜深，以破坏核桃举肢蛾的越冬环境，堵塞羽化孔，致使幼虫不能羽化而死亡，且树盘刨得越深，越冬茧埋于深层土壤的概率越大，成虫羽化出土的概率越小。对于杂草丛生的深沟山坡树，可将树下草皮、落叶集中深埋或烧毁。

7.1.2 清除虫果。幼虫蛀果期间及时摘除树上变黑的果实及树下落果，深埋或烧毁，以减少下一代虫口密度。清扫田园，清除残枝落叶，减少越冬虫口量。修剪、清除病虫害枝，追施有机肥，增强树势，提高树体自身免疫力。

7.1.3 诱捕越冬幼虫和脱果老熟幼虫。越冬幼虫出土前和老熟幼虫脱果前清除树冠下杂草及其他覆盖物，堆放石块或瓦块，引诱幼虫结茧，然后随时捕捉；树干根部绑草把或绑果树诱虫带，捕捉越冬幼虫和脱果老熟幼虫，每隔 10 d 更换 1 次并集中烧毁。草把及诱虫带不但可诱捕核桃举肢蛾，而且可诱捕大量体形小、隐蔽在树干老翘皮及裂缝中越冬的多种害虫。

7.1.4 地膜覆盖。核桃举肢蛾越冬老熟幼虫出土羽化前，地膜覆盖树冠下地面，即使成虫羽化出土也被憋死在地膜下，阻止成虫出土上树，减轻核桃举肢蛾的危害，同时地膜覆盖可有效减少地面药剂挥发而提升防治效果。

7.1.5 果园间作。核桃园间作粮食作物或蔬菜等，土壤耕作破坏老熟幼虫的越冬环境，堵塞羽化孔，可减少越冬虫口数量，且间作可有效改善核桃园的土壤肥力，促进核桃旺盛生长，提高核桃的抵抗能力。

7.1.6 果实堆放场所。核桃采收时带走大量未脱果的幼虫，果实堆放场所可能遗留大量的越冬幼虫，故在果实堆放前，将堆放场所镇压、碾平后铺 $3\sim 5\text{ cm}$ 的砂土，将脱出的幼虫诱集到砂土中，果实处理完后将果场的细砂土过筛，将筛出的虫茧集中深埋。

7.2 诱捕成虫 主要是根据成虫的趋光性、趋化性及趋异性来诱捕成虫。①灯光诱捕。核桃举肢蛾具有一定的趋光性，成虫发生期在核桃园安装 $350\sim 365\text{ nm}$ 波长的黑光灯可诱杀成虫。②糖醋酒液诱杀。利用成虫的趋化性，配制糖醋

液诱杀。糖醋液由绵白糖、米醋和水按1:4:16的重量比率配成,并加少量洗衣粉。③性诱剂诱杀。性诱剂诱杀是利用成虫的趋异性,诱杀雄蛾,减少雌蛾、雄蛾交尾机会,从而减少产卵,减少核桃举肢蛾的发生数量。核桃举肢蛾的性诱剂诱杀雄蛾的能力较弱,生产中应用的较少。

7.3 生物防治

7.3.1 果园养鸡。核桃举肢蛾发生较重的果园,可在果园内种草,散养鸡、鸭、鹅等150~300只/hm²,越冬幼虫出土羽化期和老熟幼虫脱果期为驱赶鸡群、鸭群和鹅群等在果园巡游,可消灭大量幼虫及成虫。

7.3.2 生物防治。松毛虫赤眼蜂(*Trichogramma dendrolimi* Matsumura)可防治各种鳞翅目农业害虫,核桃成虫产卵期释放450万头/hm²的松毛虫赤眼蜂,可控制举肢蛾的危害。

7.3.3 选用生物性农药-地面防治。越冬幼虫出土羽化期和老熟幼虫脱果入土期地面喷施病原线虫如斯氏线虫(*Steinernema carpocapsae*)的Agriotes(简称A24品系)15亿条/hm²,异小杆线虫(*Entomopathogenic nematodes*) H06系15亿条/hm²;喷洒白僵菌(*Beauveria bassiana*)制剂45 kg/hm²可防治越冬幼虫出土羽化和老熟幼虫脱果入土结茧。斯氏线虫施用时光温应为20~35℃,土壤含水量为8%~16%,其中温度为25~30℃,土壤含水量为13%左右致死速度最快。白僵菌施用时光温应为24~28℃,空气相对湿度为90%左右,土壤含水量为5%以上。地面施药后及时松土,覆草或覆地膜,保持地面湿润。

7.3.4 选用生物性农药-树上防治。核桃举肢蛾发生盛期,田间卵果率达1%以上时,树冠喷雾100亿孢子/g金龟子绿僵菌(*Metarhizium anisopliae*)可湿性粉剂3000~4000倍液,苏云金杆菌(Bt)100亿芽孢/mL乳油500~1000倍液,1%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐1000倍液,青虫菌(*Bacillus thuringiensis* var. *galleria* Heimpel)6号100亿芽孢/g悬浮剂500~1000倍液,浏阳霉素10%乳油1000倍液,灭幼脲3号25%悬浮剂1000~2000倍液,除虫脲(灭幼脲1号)25%乳油1000~2000倍液,苦参碱500倍液对初孵幼虫有很强的触杀作用。昆虫病原线虫惧怕干燥,最好在土壤湿润时施用,也可在核桃园灌水后施用。除灭幼脲3号和除虫脲外,上述生物性农药多为细菌或真菌,施用时不宜与杀菌剂混用且需间隔一定时期。

7.3.5 保护天敌。蚂蚁、螳螂、蜘蛛捕食核桃举肢蛾幼虫,小茧寄生蜂、瓢虫、草蛉、蜡象、等捕食核桃举肢蛾的卵,加强核桃举肢蛾天敌的保护,降低举肢蛾发生量。

7.4 化学防治 化学防治分地面防治和树上防治。地面防治主要是在越冬幼虫出土羽化期和老熟幼虫脱果期选用触杀、熏蒸型化学药剂,消灭越冬幼虫和脱果老熟幼虫,化学地面防治是减少树上用药、生产无公害果品、防治核桃举肢蛾的有效措施。树上防治是在成虫产卵期选用触杀、熏蒸型化学药剂进行防治;在幼虫蛀果期选用内吸性胃毒剂,消灭未蛀果幼虫和蛀果幼虫。

7.4.1 地面防治。地面防治的最佳时期是越冬幼虫出土盛

期和老熟幼虫脱果期,以雨后或灌水后2~3d防治效果最佳,施药前应平整地面,清除杂草。选用农药多为具有胃毒、触杀、熏蒸三重作用的乐斯本。在核桃举肢蛾越冬幼虫出土羽化高峰前及老熟幼虫脱果前,1hm²用15%乐斯本颗粒剂30kg,按照药:水:细土=1:5:30的比例混合均匀,均匀撒施于树冠下,并将地面用小齿耙耙平,深度6~10cm。或48%乐斯本乳油300~500倍液,在越冬幼虫出土前和老熟幼虫脱果前喷湿地面,1hm²喷洒药液2250~3000kg,然后用小齿耙耙松地表,深度6~10cm。施药后最好覆草或地膜覆盖,可延长药效,减少药剂挥发,最大限度地消灭核桃举肢蛾。

7.4.2 树上防治。树上防治的最佳时期是小麦麦穗发黄即将收割时,此时是举肢蛾发育最脆弱的时期,也是防治举肢蛾经济、有效和最佳时期。树上防治选用的农药多具有触杀、胃毒作用,有的还具有熏蒸、渗透作用。常用药剂有2.5%高效溴氰菊酯乳油2000倍液、10%氯氰菊脂乳油1500倍液、20%杀灭菊酯乳油2000倍液、48%乐斯本乳油1000~1500倍液、3%的啶虫脒乳油1500~2000倍液,每隔10~15d喷施1次,连续喷施2~3次,杀灭核桃举肢蛾的虫卵及初孵幼虫。喷药时应注意均匀、周到、细致,喷洒至全树湿润,树下滴水为宜。喷药时注意不同农药交替使用,特别是菊酯类农药的交替喷施,防止核桃举肢蛾产生抗药性。幼虫蛀入果实后也可喷施内吸性农药,如25%阿克泰8000~10000倍液,20%呋虫胺5000~7000倍液,3%的啶虫脒乳油1500~2000倍液,25%杀虫双水剂600~800倍液。

7.4.3 树干注射。在成虫羽化盛期前后,采用高压注射机将内吸水溶性药剂如双甲脒、杀虫双、噻虫嗪、二嗪磷稀释300~500倍液注入树干,全年注药一次,使之在树体内运行,防治效果可达80%以上,核桃收获时药剂残留也在国际允许范围之内。

7.4.4 烟剂熏杀。对于树冠郁蔽的密植核桃园,成虫发生期施用异丙威、灭多威、乙酰甲胺磷、烟剂进行熏杀。

参考文献

- [1] 宋继学,李东鸿,陈乃正,等.洛南县核桃举肢蛾的危害与防治[J].陕西农业科学,1987(3):22-23.
- [2] 王群,王军霞,魏宏涛,等.秦巴山区核桃举肢蛾的发生与防治[J].现代园艺,2008(12):34.
- [3] 光志琼.陕西洛南县核桃举肢蛾发生规律及防治研究[J].中国园艺文摘,2011(4):20-22.
- [4] 田敏爵,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.
- [5] 马云攀,范伟,黄芳娥,等.商洛核桃产区举肢蛾虫害调查与防治试验[J].河北农业科学,2010,14(12):40-42,99.
- [6] 李东鸿,宋继学,陈乃政.翻耕复种防治核桃举肢蛾的初步研究[J].陕西林业科技,1993(4):59-60.
- [7] 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.
- [8] 赵楠,李林,王守龙.核桃举肢蛾的发生与防治[J].现代农业科技,2014(1):188.
- [9] 刘芳洁.核桃举肢蛾的生物学习性与温湿度的关系[J].山西农业科学,2011,39(3):270-272.
- [10] 宋继学,李东鸿.核桃举肢蛾发生规律和防治研究[J].西北林学院学报,1990,5(1):39-45.
- [11] 赵文臣,石庆宁,李建成,等.核桃举肢蛾发生规律及防治技术研究[J].华北农学报,1991,6(S1):178.

2.3 阳离子交换量、交换性钙和镁含量 由表4可知,不同土样对阳离子交换量影响较大。施用牛粪(20~40 cm)土壤含量最高,自然生草(0~20 cm)土壤含量最低。

交换性钙、镁含量是评价土壤保水、保肥能力的重要指标之一,也是改良土壤理化性质和科学施肥的重要因素之一^[5]。测定土壤中交换性钙、镁离子含量对研究合理施肥以

及提高作物产量、品质具有十分重要的意义。施用牛粪(20~40 cm)土壤的交换性钙含量比种毛叶苕子(20~40 cm)土壤多77.72%,施用有机肥和生草的土壤不同土层之间差异不显著($P>0.05$)。施用牛粪(20~40 cm)土壤的交换性镁含量是自然生草(0~20 cm)土壤的4.25倍。

表4 果园生草和施用有机肥土壤阳离子交换量及交换性钙、镁含量

Table 4 Cationic exchange capacity and exchangeable calcium and magnesium contents in the soil of grass-growing and organic fertilizer application in orchards

序号 No.	处理 Treatment	阳离子交换量 Cation exchange capacity//cmol/kg	交换性钙 Exchangeable calcium//mg/kg	交换性镁 Exchangeable magnesium//mg/kg
1	牛粪(0~20 cm)	16.16±0.57 bc	1366.03±57.86 ab	243.87±121.90 ab
2	牛粪(20~40 cm)	17.41±0.28 a	1599.19±264.31 a	518.23±388.02 a
3	菇渣(0~20 cm)	16.60±0.38 b	1099.62±173.03 bcd	304.90±161.34 ab
4	菇渣(20~40 cm)	15.38±0.52 d	1199.61±172.82 bc	152.45±43.17 b
5	自然生草(0~20 cm)	14.56±0.19 e	1332.69±231.08 ab	121.95±0.02 b
6	自然生草(20~40 cm)	14.63±0.55 e	1232.80±115.49 b	223.56±186.26 ab
7	毛叶苕子(0~20 cm)	15.69±0.41 cd	933.03±57.83 cd	223.60±126.97 ab
8	毛叶苕子(20~40 cm)	15.48±0.47 d	899.82±0.16 d	162.64±70.44 b

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercases in the same column indicate significant differences at 0.05 level

3 结论与讨论

果园种草和施用有机肥可以优化土壤结构、改善土壤养分供应能力、改变土壤微生物群落等。土壤有机质的数量和质量是土壤肥力的重要特征,是制约土壤理化性质和水分、通气性、抗蚀力、供肥保肥能力和养分有效性等的关键因子。土壤有机质含量逐渐积累,土壤各相应土层含水量也显著增加,土壤有机质对土壤含水量具有显著的控制作用^[8]。连续多年的生草可以有效提高土壤有机质含量^[9-10]。

该试验中,施用牛粪的土壤pH低于其他3个处理,更接近于7,其对降低土壤酸碱度的效果优于其他3种土壤。施用牛粪(20~40 cm)土壤的养分、Ca²⁺、K⁺、阳离子交换量、交换性钙、交换性镁的含量均最高,主要原因是此层土壤为牛粪的施肥层,说明施用牛粪对土壤提供的养分优于菇渣和生草。菇渣不同土层土壤的有机质含量相近,这是因为在施用菇渣时土壤进行了深翻,使上下土层土壤有机质含量接近。自然生草和种毛叶苕子的土壤之间营养成分互有优劣,种毛叶苕子土壤在提高0~20 cm土层养分方面具有优势。

牛粪作为基肥,提升土壤养分和八大离子等营养指标的

效果优于菇渣;在行间生草方式选择上,毛叶苕子效果优于自然生草。

参考文献

- [1] 卢海蛟,翟丙年,刘玲玲,等. 生草覆盖条件下不同施肥模式对红富士苹果生长发育、产量及品质的影响[J]. 北方园艺,2012(10):5-8.
- [2] 王艳廷,冀晓昊,吴玉森,等. 我国果园生草的研究进展[J]. 应用生态学报,2015,26(6):1892-1900.
- [3] 陶磊,褚贵新,刘涛,等. 有机肥替代部分化肥对长期连作棉田产量、土壤微生物数量及酶活性的影响[J]. 生态学报,2014,34(21):6137-6146.
- [4] 宁川川,王建武,蔡昆争. 有机肥对土壤肥力和土壤环境的影响研究进展[J]. 生态环境学报,2016,25(1):175-181.
- [5] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2005:25-114.
- [6] NEILSEN D, NEILSEN G H, SINCLAIR A H, et al. Soil phosphorus status, pH and the manganese nutrition of wheat[J]. Plant & soil, 1992, 145(1):45-50.
- [7] ABDULAZIZ M, PRASAD A G D. Kinetic and equilibrium studies for the biosorption of Cr(VI) from aqueous solutions by potato peel waste[J]. International journal of chemical engineering research, 2009,1(2):51-62.
- [8] 刘效东,乔玉娜,周国逸. 土壤有机质对土壤水分保持及其有效性的控制作用[J]. 植物生态学报,2011,35(12):1209-1218.
- [9] 霍颖,张杰,王美超,等. 梨园行间种草对土壤有机质和矿质元素变化及相互关系的影响[J]. 中国农业科学,2011,44(7):1415-1424.
- [10] 刘蝴蝶,郝淑英,曹琴,等. 生草覆盖对果园土壤养分、果实产量及品质的影响[J]. 土壤通报,2003,34(3):184-186.
- [11] 王合,梁泊,魏兆勋,等. 黑光灯测报核桃举肢蛾的研究[J]. 中国果树,1995(1):11-12.
- [12] 辛秀川. 核桃举肢蛾发生规律及综合防治技术[J]. 中国园艺文摘,2014(7):200-201.
- [13] 王兴旺,李峰,李强,等. 核桃举肢蛾生物学特性的研究[J]. 四川林业科技,2007,28(1):81-83.
- [14] 南小宁,王英宏,张力元,等. 核桃举肢蛾田间羽化节律与交配行为[J]. 应用昆虫学报,2017,54(2):243-249.
- [15] 宋金东,王渭农,张宏建. 核桃举肢蛾药剂防治关键时期及综合测报技术[J]. 北方园艺,2010(16):161-162.
- [16] 宋德军,郭红艳. 核桃举肢蛾综合防治技术[J]. 林业科技通讯,2016(9):41-43.
- [17] 王合,梁泊,魏兆勋,等. 黑光灯测报核桃举肢蛾的研究[J]. 中国果树,1995(1):11-12.
- [18] 王永宏,孙益知,殷坤. 利用芜菁夜蛾线虫控制核桃举肢蛾的研究[J]. 陕西农业科学,1997(1):5-7.
- [19] 王永宏,孙益知,殷坤. 斯氏线虫防治核桃举肢蛾的研究初报[J]. 中国果树,1996(4):12-14.
- [20] 王云,周西贝,陈春艳,等. 两株球孢白僵菌对核桃举肢蛾幼虫的感染试验[J]. 山西农业科学,2016,44(5):662-665.
- [21] 王安民. 晚霜冻使核桃举肢蛾危害大幅度减轻的调查研究[J]. 北方果树,2009(1):44-45.
- [22] 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.

(上接第144页)