

药用植物地下害虫发生现状与 无公害综合防治策略

张 帅, 尹 姣, 曹雅忠, 李克斌*

(中国农业科学院植物保护研究所, 植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100193)

摘要 近年来,药用植物地下害虫为害日益突出,严重降低中草药的产量和品质。由于地下害虫在土壤中活动,取食药用植物的地下部分,给防治带来很大的困难。同时,农药的过度使用也给中草药安全带来了隐患。本文对药用植物地下害虫的主要种类、为害特点、发生规律和防治中存在的问题进行了综述,重点阐述了不同药用植物上常见的地下害虫种类,并提出了相应的无公害综合防治措施。

关键词 中草药; 药用植物; 地下害虫; 蛴螬; 无公害防治

中图分类号: S 433.8 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2016.03.004

Present occurrence of underground insect pests on medicinal plants and their integrated management strategies

Zhang Shuai, Yin Jiao, Cao Yazhong, Li Kebin

(State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract In recent years, Chinese herbal medicines are suffering from underground insect pests severely, which cause decrease in quality and quantity of the herbal medicine. It is difficult to control because of underground insect pest living in the soil and feed on the underground part of medicinal plant. Meanwhile, overuse of pesticide poses a threat to the safety of Chinese herbal medicine. This article reviewed main underground pest groups, their damage characteristics, the regularity of outbreak and the questions faced in the present control practice, and proposed pollution-free integrated management measures against underground insect pests, specific underground insect species on different medicinal plants were discussed in emphasis.

Key words Chinese herbal medicine; medicinal plant; underground insect pest; white grub; pollution-free pest control

中药材是中医药学的物质基础,主要由植物药、动物药和矿物药组成,其中绝大部分是植物药,因此中药常被称为中草药。中国是中草药的发源地,也是中草药资源最为丰富的国家,目前共有中草药资源 12 000 余种,已鉴定可药用植物 9 000 余种,其中常用药材 500 余种,主要依靠人工栽培的已达 300 余种^[1-3]。随着药用植物的广泛种植,特别是道地药材产区某些中药材品种的长期种植,造成害虫虫源累积,为害日益突出,严重影响中药材的产量和质量。由于许多药用植物的根、块根和鳞茎等地下部

分,既是药用植物营养成分积累的部位,又是药用部位,这些部分极易受到地下害虫的为害,造成药材减产和品质的下降^[3]。对于地上部分入药的药用植物,其苗期也经常遇到地下害虫为害,造成缺苗断垄,严重影响药材产量。地下害虫不仅直接为害药用植物的根部,而且可引起根腐病等细菌和真菌性病害,严重影响了中草药的产量和品质,制约了中草药种植业的发展^[4]。本文对药用植物种植过程中常见的地下害虫种类和发生规律进行综述,分析和总结了目前防治中存在的问题,并提出无害化综合防治策略。

收稿日期: 2015-05-25 修订日期: 2015-06-25

基金项目: 国家自然科学基金(31371997, 31501892)

* 通信作者 E-mail: kbli@ippcaas.cn

1 药用植物地下害虫主要类群以及为害特点

1.1 地下害虫主要类群

地下害虫是指整个生活史或特定时期生活在土壤中,以植物地下部分(包括发芽的种子)或近地面部分为食的一类害虫。地下害虫可为害粮食作物、经济作物、蔬菜、花卉、牧草、药用植物等^[5-6]。据笔者统计,为害药用植物的地下害虫类群包括蛴螬、地老虎、金针虫、蝼蛄、蟋蟀、根蛆、根蚜、根蚧、拟地甲、土栖螨、白蚁等类群,其中蛴螬、金针虫、地老虎、蝼蛄是分布广泛、为害严重的主要类群,以蛴螬为害最为严重。

1.2 药用植物地下害虫发生为害的特点

1.2.1 地下害虫种类多、分布广、食性杂、为害隐蔽

地下害虫种类繁多,据统计我国有危害记载的有 320 余种,隶属于 8 目 38 科;分布非常广泛,在全国各省区均有发生,尤其是长江以北各省区发生最为严重;食性广杂,能取食为害多种药用植物。药用植物从苗期到成熟期都可受到地下害虫为害,地下害虫一般生活在土壤下 0~30 cm 土层中隐蔽为害,不易被发现,防治难度大^[6-7]。

1.2.2 道地药材受地下害虫为害严重

药用植物栽培由于特定的气候、土壤等生态条件以及栽培习惯等自然和历史原因,形成了道地药材的概念,即特定的地区主要种植特定的一种或几种中药材。由于长期自然选择的结果,适应于该地区环境条件和相应寄主植物的地下害虫等虫源必然会逐年积累,因此道地药材往往受害较重^[8]。

1.2.3 地下害虫主要取食为害药用植物的地下部分

几乎所有的以地下部分入药的药用植物都存在严重的地下害虫为害问题。这是因为许多药用植物的根、块根、鳞茎等地下部分,往往是营养成分积累的部位,而地下害虫多喜食营养丰富的部位。其取食方式因地下害虫的种类而异,如蛴螬类和蝼蛄类咬食根、块根、鳞茎;地老虎类咬食根茎结合部;金针虫类蛀食块根、鳞茎;根蚧、根蚜和根螨等吸食根、块根和鳞茎。药用植物这些部位受地下害虫为害后,不仅导致减产而且造成药材品质下降。同时,这些药用植物根部被害后造成的伤口,

导致病原菌、病毒或线虫的感染,加剧地下部病害的发生和蔓延。

1.2.4 无性繁殖材料常为地下害虫初侵染来源

有的药用植物种子发芽困难,或用种子繁殖植株生长缓慢,无性繁殖比用种子繁殖生长快、产量高、生长年限短,并能保持母本优良性状,对于雌雄异株的植物,无性繁殖还可以控制其雌雄株的比例,因此无性繁殖在药用植物栽培中被广泛应用。无性繁殖材料多为药用植物的根、块根、鳞茎等地下部分,常常携带一些地下害虫的虫卵或幼虫(若虫),造成地下害虫的广泛传播为害^[8]。

1.2.5 多年生药用植物地下害虫发生严重

地下害虫的发生期普遍较长,少则 1 年,多则 2 年甚至数年,常以幼虫在土中越冬,来年春暖后继续为害并繁殖,因此种植多年生药用植物如人参、贝母、甘草、天麻、黄连等的地块,地下害虫虫源连年积累,混合为害,导致多年生中草药受害严重,同时也增加了防治的难度。

2 不同药用植物地下害虫的主要种类

2.1 根与根茎类药用植物常见地下害虫种类

在所有中草药中,根茎类药用植物受地下害虫为害最为严重,常常在块根或块茎膨大期受害。最常见的地下害虫类群为蛴螬,其次为地老虎、蝼蛄、金针虫、拟地甲、蟋蟀,较为不常见的地下害虫有根蛆、土栖螨、白蚁、黄芪根瘤象、食根金花虫、东方螯甲等。全国人工栽培根与根茎类中药材有 84 种,隶属于 31 科 55 属。受蛴螬为害的根茎类药用植物有天南星、知母、黄花、牛膝、厚朴、肉苁蓉等;受地老虎为害的有鱼腥草;受蝼蛄为害的有白姜;受蛴螬和地老虎为害的有北沙参、玄参、紫菀、元胡、黄精、葛、玉竹等;受蛴螬、地老虎、蝼蛄、金针虫为害的有西洋参、党参、贝母、白术、山药、防风等。其他常见的根与根茎类药用植物受各地下害虫类群的为害情况统计见表 1^[9-32]。

2.2 其他部位入药的药用植物常见地下害虫种类

非地下部位入药的药用植物在苗期也经常遭受地下害虫为害,常见地下害虫类群为蛴螬、地老虎、金针虫、蝼蛄、拟地甲、蟋蟀等。现将常见的非根茎类药用植物常见地下害虫类群统计见表 2^[33-37]。

表 1 常见根与根茎类药用植物主要地下害虫类群¹⁾

Table 1 Predominate underground insect pest groups of common herbal medicine of which roots and/or stems were used for medicine

药用植物 Medical plant	蛴螬 White grubs	地老虎 Cutworms	蝼蛄 Mole crickets	金针虫 Wire worms	拟地甲 Tenebrionidae	蟋蟀 Crickets	根蛆 Root maggots	其他 Others
太子参 <i>Pseudostellaria heterophylla</i>	●	●	●	●				白蚁
人参 <i>Panax ginseng</i>	●	●	●	●				土栖螨
丹参 <i>Salvia miltiorrhiza</i>	●	●	●	●		●		
地黄 <i>Rehmannia glutinosa</i>	●	●	●		●	●		
牡丹 <i>Paeonia suffruticosa</i>	●	●	●	●	●	●		
麦冬 <i>Ophiopogon japonicus</i>	●	●		●				
百合 <i>Lilium brownii</i>	●	●	●	●			●	土栖螨
芍药 <i>Paeonia lactiflora</i>	●	●	●	●	●	●		
黄连 <i>Coptis chinensis</i>	●		●					
白芷 <i>Angelica dahurica</i>		●			●			
桔梗 <i>Platycodon grandiflorus</i>	●	●	●	●	●			
板蓝根 <i>Isatis indigotica</i>					●		●	
当归 <i>Angelica sinensis</i>	●	●		●			●	
黄芪 <i>Astragalus propinquus</i>	●	●	●		●		●	黄芪根瘤象
何首乌 <i>Fallopia multiflora</i>	●	●						食根金花虫
川芎 <i>Ligusticum wallichii</i>	●						●	
半夏 <i>Pinellia ternata</i>	●	●		●				
附子 <i>Aconitum carmichaelii</i>	●		●					
射干 <i>Belamcanda chinensis</i>	●	●	●					
高良姜 <i>Alpinia officinarum</i>		●	●					
天麻 <i>Gastrodia elata</i>	●		●	●				
甘草 <i>Glycyrrhiza uralensis</i>	●		●	●	●			东方鳖甲
郁金 <i>Curcuma aromatica</i>	●	●		●				

1) ●表示该虫在该中草药上有为害,空白表明暂无文献表明该虫在该中草药上有为害,下同。
●indicates the specific group of insect pests was found damaging the corresponding medicinal plant, blank indicates no evidence was found that the specific pests can damage the corresponding medicinal plant, similarly hereinafter.

表 2 常见非根茎类药用植物主要地下害虫类群

Table 2 Predominate underground insect pest groups of common herbal medicine of which other parts other than roots and/or stems were used for medicine

药用植物 Medical plant	蛴螬 White grubs	地老虎 Cutworms	蝼蛄 Mole crickets	金针虫 Wire worms	拟地甲 Tenebrionidae	蟋蟀 Crickets
穿心莲 <i>Andrographis paniculata</i>		●	●			
菊花 <i>Chrysanthemum morifolium</i>	●	●		●	●	
绞股蓝 <i>Gynostemma pentaphyllum</i>	●					
薄荷 <i>Mentha haplocalyx</i>	●	●	●	●		
款冬 <i>Tussilago farfara</i>	●		●			
枸杞 <i>Lycium barbarum</i>	●	●				
牛蒡子 <i>Arctium lappa</i>	●	●		●		
木瓜 <i>Chaenomeles sinensis</i>	●					
金莲花 <i>Trollius chinensis</i>			●	●		
黄柏 <i>Phellodendron amurense</i>	●	●				
山茱萸 <i>Cornus officinalis</i>	●	●		●	●	●
杜仲 <i>Eucommia ulmoides</i>	●	●	●			
红花 <i>Carthamus tinctorius</i>	●	●	●			
青蒿 <i>Artemisia carvi folia</i>		●				

3 药用植物地下害虫优势类群害虫种类与为害特点

根据表 1 和表 2 的统计数据可以看出,药用植物地下害虫优势类群为蛴螬、地老虎、金针虫和蝼蛄。现将以上 4 种优势类群的具体种类以及发生规律和为害特点等进行概述。

3.1 蛴螬类

蛴螬(white grubs)是金龟子幼虫的总称,隶属于鞘翅目金龟子总科(Scarabaeoidea),我国有危害记载的共计 110 余种,约占全部地下害虫种类的 1/3,是最重要的地下害虫类群^[38]。蛴螬食性广杂,能取食多种药用植物,如人参、地黄、贝母、麦冬、牡丹、白术、黄连、桔梗、黄芪、半夏、菊花、薄荷、杜仲、红花等(参见表 1,表 2)。为害药用植物的主要蛴螬种类有华北大黑鳃金龟(*Holotrichia oblita*)、暗黑鳃金龟(*Holotrichia parallela*)、东方绢金龟(*Serica orientalis* 原称黑绒鳃金龟 *Maladera orientalis*)、铜绿异丽金龟(*Anomala corpulenta*)、苹毛丽金龟(*Proagopertha lucidula*)等。笔者统计了 22 种中药材上常见蛴螬种类,其中为害芍药的种类最多,有铜绿丽金龟、黄褐丽金龟(*Anomala exoleta*)、黄闪彩丽金龟(*Mimela testaceoviridis*)、苹毛丽金龟、无斑弧丽金龟(*Popillia mutans*)、白星花金龟、阔胫绒金龟(*Maladera verticalis*)、小阔胫绒金龟(*M. ovata*)、东方绢金龟、大黑鳃金龟、暗黑鳃金龟、棕色鳃金龟(*Holotrichia titanis*)和毛黄鳃金龟(*H. trichophora*)等 13 种;其次是为害丹参的有 7 种,包括铜绿丽金龟、琉璃弧丽金龟(*Popillia atrocoerulea*)、小青花金龟(*Oxycetonia jucunda*)、白星花金龟(*Potosia brevitarsis*)、大黑鳃金龟、暗黑鳃金龟和大云斑鳃金龟(*Polyphylla laticollis*);为害麦冬的有铜绿丽金龟、苹绿丽金龟(*Anomala sieversi*)、灰胸突鳃金龟(*Hoplosternus incanus*)、铅灰齿爪鳃金龟(*Holotrichia plumbea*)、暗黑鳃金龟 5 种;为害牡丹的有铜绿丽金龟、苹毛丽金龟、东方绢金龟、大黑鳃金龟和暗黑鳃金龟 5 种;为害桔梗的有苹毛丽金龟、东方绢金龟、大黑鳃金龟、暗黑鳃金龟 4 种;为害贝母的有铜绿丽金龟、苹毛丽金龟、暗黑鳃金龟和棕色鳃金龟 4 种;为害百合的有铜绿丽金龟、斑喙丽金龟(*Adoretus tenuimaculatus*)和小云斑鳃金龟(*Polyphylla gracilicornis*) 3 种;为害黄芪和杜仲的

有铜绿丽金龟、大黑鳃金龟、暗黑鳃金龟;为害山茱萸的有苹毛丽金龟、东方绢金龟和大黑鳃金龟;为害山药和菊花的有大黑鳃金龟和暗黑鳃金龟;为害木瓜的有铜绿丽金龟和褐锈花金龟(*Anthrachophora rusticola*);为害甘草的有黄褐丽金龟和黑皱鳃金龟(*Trematodes tenebrioides*);为害人参和紫菀的有东方绢金龟和大黑鳃金龟;为害当归的有铜绿丽金龟和小云斑鳃金龟;为害知母和菊花的有铜绿丽金龟;为害厚朴的有东方绢金龟;为害川芎的有宽褐齿爪鳃金龟(*Holotrichia lata*);为害红花的有白星花金龟。

蛴螬在土中栖息,主要取食药用植物的地下部分如刚萌发的种子或无性繁殖材料、幼苗的根、膨大的块根和根状茎或根茎结合部。受蛴螬为害的幼苗,切口较整齐,导致植株枯死,造成缺苗断垄;受害的块根或根状茎产生孔洞,严重影响药材的产量和质量。蛴螬一般 1 年发生 1 代,少数种类 2 年 1 代,以老熟幼虫或成虫在地下 30~40 cm 处越冬。幼虫共 3 龄,1~2 龄历期较短,3 龄历期最长。初孵幼虫以腐殖质为食,之后取食植物根系、块根和根状茎,成虫则喜食果树、林木的叶和花器等^[17, 39]。

蛴螬在土中有随温湿度变化而垂直迁移的习性。它生活的最适土温为 13~18℃,最适土壤含水量 10%~20%,温、湿度过低或过高都会向土壤深处转移,暂时停止取食为害,因此蛴螬对中草药的为害主要在春、秋两季^[6, 17]。成虫(金龟子)有假死性、趋光性、趋化性,牲畜粪便和腐烂的有机物,特别是未腐熟的有机肥有招引成虫产卵的作用^[6]。

3.2 地老虎类

地老虎(cutworms)属鳞翅目夜蛾科(Noctuidae),在我国有危害记载的 30 余种。与蛴螬相似,地老虎的食性也非常广杂,可取食人参、地黄、白术、白芷、桔梗、元胡、当归、黄芪、何首乌、半夏、黄精、防风、穿心莲、薄荷、枸杞、黄柏、山茱萸、青蒿等药用植物(见表 1,表 2)。据笔者统计,为害药用植物主要的地老虎种类有小地老虎[*Agrotis ipsilon* (Rotttemberg)]、黄地老虎[*A. segetum* (Denis & Schiffermüller)]、大地老虎(*A. tokionis* Butler)、警纹地老虎[*A. exclamatoris* (Linnaeus)]、八字地老虎[*Xestia c-nigrum* (Linnaeus)]等,其中小地老虎对药用植物的为害最为广泛,可为害黄芪、人参、丹参、桔梗、百合、白芷、菊花、当归、杜仲、半夏、紫菀、山茱萸、鱼腥草等;黄

地老虎可为害人参、丹参、桔梗、紫菀和山茱萸等；大地老虎可为害丹参等药用植物。

地老虎幼虫为害中草药，多从地面上咬断幼苗茎基部（根茎结合部），使植株死亡，造成缺苗断垄，严重的甚至毁种重播^[39]。地老虎喜欢在黏湿的土地生活，在沿河、湖等低洼湿地处发生较重。以老熟幼虫在地下 2~17 cm 处筑土室越冬，幼虫一般有 6 个龄期，4 龄以后进入暴食期。成虫对黑光灯和糖酒醋液有较强趋性，并有季节性长距离迁飞的特性^[6,40]。

3.3 金针虫类

金针虫(wire worms)是叩头虫幼虫的总称，隶属于鞘翅目叩头虫总科(Elateridae)，我国共有 50 余种。金针虫可取食为害人参、贝母、牡丹、白术、桔梗、当归、山药、半夏、天麻、防风、甘草、菊花、薄荷、牛蒡子、金莲花、山茱萸等药用植物（参见表 1，表 2）。为害药用植物的金针虫种类主要有沟金针虫(*Pleonomus canaliculatus* Faldermann)、细胸金针虫(*Agriotes subvittatus* Motschulsky)、褐纹金针虫(*Melanotus caudex* Lewis)和宽背金针虫(*Selatosomus latus* Fabricius)等，其中以沟金针虫分布最多，为害最重，可为害人参、丹参、芍药、桔梗、贝母、当归、山茱萸等；细胸金针虫可为害甘草、人参、丹参、半夏等；宽背金针虫可为害人参等药用植物。

金针虫幼虫在土中取食刚播下和萌发的种子、将根茎食成小孔，造成死苗或引起块茎腐烂^[6]。金针虫生活史很长，常需 3~5 年才能完成一代，以幼虫或成虫在地下 20~60 cm 处越冬。在平原旱地、有机质缺乏而土质较疏松的粉砂壤土地发生较多。成虫有叩头弹跳能力、具假死性和趋光性，对新鲜略萎蔫的杂草及枯枝落叶有较强趋性，常群集于草堆下^[6]。

3.4 蝼蛄类

蝼蛄(mole crickets)属直翅目蝼蛄科(Gryllotalpidae)，我国共有 4 种，为害药用植物较重的主要有 2 种，即华北蝼蛄(*Gryllotalpa unispina* Sausure)和东方蝼蛄(*Gryllotalpa orientalis* Burmeister)，其中华北蝼蛄分布更为广泛。蝼蛄可取食人参、地黄、贝母、牡丹、白术、桔梗、山药、黄芪、白姜、射干、天麻、甘草、穿心莲、款冬花等多种药用植物，其中华北蝼蛄为害更为广泛，可为害甘草、黄芪、人参、丹参、党参、芍药、贝母、百合、杜仲等；东方蝼蛄可为害黄芪、丹参、党参、芍药、杜仲等药用植物。

蝼蛄成、若虫均在土中活动和取食，主要为害各种作物刚播下的种子或幼芽、幼根、幼苗、嫩茎等，中药材和作物受害部位呈乱麻状或丝状，同时蝼蛄活动将地表土层钻成许多纵横弯曲的隧道，使种子架空不能发芽，幼苗吊根失水而干枯死亡，造成缺苗断垄^[39]。

华北蝼蛄生活史较长，约 3 年完成一代，而东方蝼蛄 2 年完成一代。以成虫或若虫在地下 55~150 cm 处越冬。蝼蛄喜潮湿，昼伏夜出，成虫趋光性强，对香甜物质和未腐熟的有机肥有很强的趋性^[6]。

4 药用植物地下害虫的防治

4.1 药用植物地下害虫防治存在的问题和挑战

4.1.1 药农综合防治意识差

目前绝大多数药农以化学防治为主，很少遵循以农业防治、生物防治、物理防治、生态防治等措施为主，以化学防治为辅的原则，仅有少部分药农能在选种、耕地、整地等农事操作时利用机械防治、农业防治等措施杀灭地下害虫，极少部分药农能利用地膜覆盖、控制灌水、清除杂草、摘除残枝病叶等措施改变土壤生态环境，控制地下害虫发生、发展^[4]。

4.1.2 用药盲目性大、无公害意识差

药农用药盲目性一方面表现在盲目加大用药量，部分药农在使用农药时超过安全用量的 2~3 倍，灌根时甚至超过 4 倍以上，导致农药残留超标和土壤污染；另一方面表现在盲目选用农药品种，一些明令禁止使用的高毒、高残留的农药如甲拌磷、甲基异柳磷、涕灭威等仍在局部使用，个别药农甚至还在使用六六六、氯丹等违禁农药。这就大大降低了中草药的安全性，将会危害人们的身体健康，导致中草药种植基地土壤等环境的不断恶化^[4]。

4.1.3 施药方法不科学

大部分药农土壤处理时，用粉剂在耕地过程中直接撒施，药粉随风浮散，药剂损失严重；部分药农耕地时药剂撒施后不能及时翻耕土壤，药效显著下降；还有部分药农在灌根时浓度大、水量少，药液仅灌湿土壤表面，又不及时进行封土覆盖，药液很难浸到草药根部等。施药方法不科学，不仅对农药造成浪费，也降低了防治效果，同时对生态环境造成了破坏^[4]。

4.1.4 防治地下害虫的无公害药剂匮乏，不能满足中草药生产需要

目前市场上销售的地下害虫用药种类较少，高

毒、高残留农药在普遍销售,而其中许多农药农业部明令禁止在蔬菜和中草药上使用。在药农们普遍缺乏综合防治知识的情况下,高效、低毒、无公害农药的开发和推广显得尤为重要。

4.2 药用植物地下害虫无公害综合防治措施

4.2.1 农业防治

1) 深翻土地,精耕细作。深耕翻土主要是通过深翻改变地下害虫的生存环境,使深土中的害虫暴露到地表,受到高温、低温、干旱的威胁,致其死亡,或被天敌捕食,降低虫口密度;精耕细作对地下害虫有较强的机械杀伤作用,直接导致害虫的死亡^[41]。

2) 清洁田园。杂草是地下害虫隐藏或产卵的主要场所,前茬药材收获后要及时清除田间杂草,减少越冬幼虫和蛹的数量。在药用植物生长期要及时清除田间和周围的杂草,以减少害虫的中间寄主,破坏其产卵场所。

3) 合理轮作或间作。前茬为豆类、花生、甘薯和玉米的地块,常会受到蛴螬的严重为害,这与蛴螬成虫(金龟子)的取食和产卵活动有关。因此药用植物的种植应尽量避免这类地块或与非禾本科作物轮作和间作,减少害虫食料,自然控制害虫密度。

4) 适时灌水灭虫。土壤湿度可控制地下害虫的活动,在水源较好的地块,在不影响中草药正常生长的情况下,可通过灌水来控制地下害虫。地老虎、蝼蛄、蟋蟀等都可通过灌水来杀灭,蛴螬等则会往土层深处迁移,暂停为害。

5) 科学施肥。用作物秸秆和牲畜粪便堆沤的农家肥易招引地下害虫产卵,因此不要施用未腐熟的农家肥,以免被带入大量虫卵和招引成虫产卵,引起害虫暴发。另外碳酸氢铵等化肥可产生氨气,应深施土中,既可提高肥效又可通过腐蚀、熏蒸杀死或趋避地下害虫。

4.2.2 物理防治

1) 灯光诱杀成虫。蛴螬、地老虎、蝼蛄和部分金针虫等成虫对黑光灯有很强的趋向性,可在3—4月份用黑光灯诱杀小地老虎成虫,在5—6月份用黑光灯诱杀金龟子和蝼蛄。高燕研究发现使用4 591.93 lx亮度的频振式杀虫灯对金龟子、蝼蛄、蟋蟀等地下害虫有较好的引诱效果^[42]。

2) 人工捕捉。在药用植物苗期,每天清晨到田间扒开被害苗周围的土壤表层,捕捉地下害虫,集中处理。

4.2.3 化学防治

化学防治的原则是对症下药、适时用药、合理用药、科学施药,包括采用土壤处理、药剂拌种、根部灌药、撒施毒土、毒饵诱杀、植株喷药、涂抹茎干等措施。另外由于中草药与人们的健康息息相关,还要遵循的原则是一定要使用高效、低毒、低残留的农药(如辛硫磷、敌百虫、菊酯类农药等)或剂型(如微胶囊悬浮剂),禁止使用高毒、高残留农药防治中草药地下害虫。

此外,利用化学生态学手段防治地下害虫也是重要的无公害防治方法。如利用性信息素、聚集信息素、寄主挥发物等化学信息物质,诱引和杀灭地下害虫成虫,以压低虫口数量减少幼虫为害,是一种特异性强、环境友好的害虫控制手段。目前,鳃金龟科(Melolonthidae)和丽金龟科(Rutelidae)的很多金龟子性信息素已经被鉴定出来^[43-44]。李晓等运用性诱剂防治花生田暗黑鳃金龟,幼虫减退率达78.8%^[45]。罗宗秀等对暗黑鳃金龟性信息素的田间应用进行了探讨,明确了信息化合物比例、剂量、溶剂与诱芯类型与诱捕器种类与高度对诱捕量的影响^[46]。性诱剂防治小地老虎研究表明,连续诱捕两年后虫口减退率可达60%以上^[47]。植物源引诱剂方面,李为争等研究了蓖麻源引诱剂的不同配方以及田间效果,得到一种对华北大黑鳃金龟、暗黑鳃金龟、铜绿丽金龟以及黄褐丽金龟均有较好引诱效果的配方^[48]。

4.2.4 生物防治

1) 植物源农药。一些植物源活性物质有杀灭和趋避地下害虫的作用,具有易分解、对环境无污染和对非靶标生物较安全等优点。一些植物的叶子的水浸液和茎或根皮磨成粉后,对地下害虫有较好的防治效果。如,银杏果衣加工液对于蛴螬和蝼蛄有很好的防治效果^[49],蓖麻叶水浸液喷施或侧柏叶粉末拌种均可杀灭蛴螬^[50],牧荆叶水浸液可杀灭地老虎^[6],还有一些植物的下脚料如油桐饼和茶籽饼既是优质的有机肥料又具有防治蛴螬和改良土壤的作用^[6, 50]。

2) 昆虫病原微生物。包括昆虫病原细菌如苏云金杆菌(Bt),昆虫病原真菌如绿僵菌、白僵菌和昆虫病原线虫如斯氏线虫(*Steinernema* spp.)、异小杆线虫(*Heterorhabditis* spp.)等,具有寄主范围广、致死性强、安全性高等特点。尤其是昆虫病原线虫,具有主动搜寻寄主的能力,这对于难以防治的隐蔽性为害的地下害虫具有特别的防治效果,有广泛的应用前

景^[51]。若干对蛴螬有毒力的苏云金杆菌菌株已经被筛选出来^[52-53],白僵菌和绿僵菌已经在蛴螬防治中进行初步的田间应用^[54-55],昆虫病原线虫在防治蛴螬和地老虎方面也获得了较好的防治效果^[56]。

3) 天敌昆虫。寄生蜂是地下害虫幼虫的重要天敌,如臀钩土蜂(Tiphiidae)是鳃金龟科大黑鳃金龟、暗黑鳃金龟、毛黄鳃金龟和丽金龟科的苹毛丽金龟的特异性寄生蜂,弧丽金龟钩土蜂(*Tiphia popillivora*)是日本弧丽金龟(*Popillia japonica*)的主要天敌,亦可用来防治铜绿丽金龟^[57]。王卫国等对弧丽金龟钩土蜂的生物学习性进行了系统研究,并用来防治花生田大黑鳃金龟,取得了良好的控制效果^[58]。

5 展望及建议

中草药为人们的健康保驾护航,因此中草药的品质和安全性尤为重要。地下害虫为害是导致药用植物产量和品质下降的重要因素,而不科学的防治还会带来农药残留等问题,对人们的健康产生新的威胁。因此,对于药用植物地下害虫防治来说,无公害防治无疑更加重要。

由于地下害虫多数是幼虫期在土壤中为害药用植物地下部分,成虫期转换寄主取食植物地上部分,其防治也分为幼虫期和成虫期。幼虫期无公害防治,适宜采用昆虫病原线虫、昆虫病原细菌或真菌和寄生性昆虫等生物防治措施。其中昆虫病原线虫在防治蛴螬等地下害虫幼虫中已有较多研究,并且已经部分应用于田间。由于昆虫病原线虫不同地理种群或品系对不同种地下害虫的致病力也有差异,未来研究可能更多地集中在致病力高和定位能力强的线虫品系的筛选和致病力相关基因的研究中。

成虫期防治对于减少成虫产卵,降低下一代幼虫虫口密度有积极作用,因此成虫期同样需要重视。成虫期无公害防治,可采用化学生态方法,使用化学信息物质等对地下害虫成虫进行诱杀,未来针对地下害虫性信息素、聚集信息素、植物源挥发物、成虫取食偏好和产卵偏好等化学生态学和行为学研究,有助于发展更有效的化学生态学控制方法。

综上所述,科学、系统的无公害综合防治措施对于中草药产业和中医药学有重要的意义。大力发展以农业防治、物理防治、生态防治和生物防治为核心的绿色无公害综合防治技术、减少农药使用是药用

植物地下害虫防治的目标。相信随着科学研究的不断发展,越来越多的综合防治措施将被应用到药用植物地下害虫防控中来。

参考文献

- [1] 陈仕江,金仕勇. 中国人工种植药用植物病虫害及其防治[J]. 重庆中草药研究, 2001(1):14-22.
- [2] 廖伟坤,李清华. 中草药的特性与栽培[J]. 农村发展论丛, 2001, 18(27):24-25.
- [3] 郭巧生. 药用植物栽培学[M]. 北京:高等教育出版社, 2004.
- [4] 孙鹏. 中草药地下害虫防治存在的问题和建议[J]. 安徽农业, 2004(5):12-13.
- [5] 曹雅忠,李克斌,尹姣,等. 浅析我国地下害虫的发生与防治现状[M]//成卓敏. 农业生物灾害预防与控制研究. 北京:中国农业科学技术出版社, 2005:389-393.
- [6] 陈建明,俞晓平,陈列忠,等. 我国地下害虫的发生为害和治理策略[J]. 浙江农业学报, 2004, 16(6):389-394.
- [7] 曹雅忠. 地下害虫[M]//成卓敏. 新编植物医生手册. 北京:化学工业出版社, 2008:528-537.
- [8] 程惠珍. 药用植物病虫害发生特点及其防治策略[J]. 中药研究与信息, 2001, 3(7):15-16.
- [9] 陈元生,周满生,童燕顺,等. 46种中草药主要病虫发生危害情况[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(12):5055-5056.
- [10] 丁玉洲,张家俊. 安徽省木本药用植物害虫发生与危害记述 I [J]. 安徽农业大学学报, 2001, 28(4):380-384.
- [11] 陈川,郭小侠,石勇强,等. 丹参地下害虫种类与垂直分布的初步研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(1):116, 142.
- [12] 李新成,邓丘宏. 甘草主要害虫及其天敌研究[J]. 中药材, 1993, 16(8):3-5.
- [13] 任举. 黄芪病虫害的发生特点与防治措施[J]. 农业科技与信息, 2012(13):61-63.
- [14] 吴寿兴. 几种药用植物的主要害虫及防治[J]. 植物保护, 1994, 20(2):21-23.
- [15] 陈树仁,吴振廷,王敬才,等. 芍药根部害虫的初步研究[J]. 中药材, 1989, 12(1):4-8.
- [16] 罗英,罗明华. 危害川麦冬蛴螬的田间鉴别与分布特征[J]. 贵州大学学报(自然科学版), 2009, 26(4):38-40.
- [17] 郭小侠,陈川,唐周怀,等. 药用植物地下害虫发生规律及综合防治技术研究[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2006, 34(S1):12-14.
- [18] 薛琴芬,张普,许家隆. 白芷的栽培与病虫害防治[J]. 特种经济动植物, 2009(3):37-38.
- [19] 蒋细旺. 茶用菊花主要虫害危害特征及防治措施[J]. 江汉大学学报(自然科学版), 2005, 33(2):74-76.
- [20] 王传彬. 丹皮病虫害的发生与防治[J]. 安徽农业, 1998(1):22.
- [21] 李应东,刘佛珍,陈垣,等. 当归规范化种植技术及其主要病虫害防治[J]. 现代中药研究与实践, 2005, 19(1):23-26.
- [22] 甘国菊,杨永康,林先明,等. 党参病虫害防治研究[J]. 中国

- 现代中药, 2007, 9(5):33-34.
- [23] 曾令祥, 杜仲主要病虫害及防治技术[J]. 贵州农业科学, 2004, 32(3):75-77.
- [24] 李云峰, 孙丽华, 张振海. 寒地中草药防风栽培管理技术[J]. 中国园艺文摘, 2011, 27(6):174-175.
- [25] 夏忠敏, 张忠民, 颜兴贵, 等. 贵州省板蓝根主要病虫种类调查及防治技术[J]. 植物医生, 2004, 17(4):21-23.
- [26] 龙光泉. 何首乌主要病虫害的发生规律与防治[J]. 植物医生, 2012, 24(6):24.
- [27] 贾艳辉. 麻山药病虫害防治技术[J]. 现代农村科技, 2012 (10):27.
- [28] 陈君, 刘同宁, 朱兴华, 等. 肉苁蓉属及其寄主植物病虫害种类调查及防治研究[J]. 中国中药杂志, 2004, 29(8):730-733.
- [29] 日孜旺古丽·苏皮, 王丽丽, 迪丽孜拉, 等. 伊贝母主要病虫害发生种类及防治[J]. 新疆农业科学, 2011, 48(2):257-260.
- [30] 李涛, 张圣喜, 李苏翠, 等. 鱼腥草主要病虫害调查方法与综合防治标准操作规程[J]. 中国农学通报, 2009, 25(13):185-189.
- [31] 张世宇, 熊仁, 陈云和, 等. 鱼腥草主要病虫害及无公害防治技术[J]. 云南农业科技, 2006 (2):51.
- [32] 常纪良. 玉竹主要病虫害及综合防治措施[J]. 特种经济动植物, 2008 (5):52.
- [33] 程国宝, 李永祥. 金莲花的特征特性及高产栽培技术[J]. 安徽农学通报, 2011, 17(12):237-238.
- [34] 张志红, 高慧琴, 杨贵平, 等. 款冬花栽培技术研究[J]. 甘肃中医学院学报, 2012, 29(3):64-66.
- [35] 王小波. 牛蒡两大地下害虫的为害特点与防治方法[J]. 农药市场信息, 2010 (24):38.
- [36] 朱培运, 刘阳. 提高薄荷产量的技术措施[J]. 安徽农学通报, 2010, 16(6):145-146.
- [37] 陈招荣, 兰谱, 于玮玮, 等. 天津地区红花病虫害调查研究[J]. 河南农业科学, 2014, 43(3):102-106.
- [38] 张法琴. 沙土地果园地下害虫防治的研究[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(9):2655-2656.
- [39] 董炳新. 中药材地下害虫综合防治技术[J]. 安徽农学通报, 2014, 20(15):88-90.
- [40] 曹雅忠. 小地老虎飞翔行为的观察[J]. 昆虫知识, 1994, 31 (2):71-73.
- [41] 丁伟. 地下害虫系统控制的技术要点[J]. 植物医生, 2007, 20 (1):4-6.
- [42] 高燕. 花生田主要地下害虫灯光诱杀技术研究[D]. 武汉:华中农业大学, 2013.
- [43] 王广利, 孙凡. 植食性金龟子信息化学物质的研究[J]. 昆虫学报, 2006, 48(5):785-791.
- [44] Leal W. Chemical ecology of phytophagous scarab beetles [J]. Annual Review of Entomology, 1998, 43(1):39-61.
- [45] 李晓, 鞠倩, 姜晓静, 等. 利用性诱剂防治花生田暗黑鳃金龟的研究[J]. 植物保护, 2012, 38(3):176-179.
- [46] 罗宗秀, 李克斌, 曹雅忠, 等. 暗黑鳃金龟性信息素田间应用的初步研究[J]. 植物保护, 2010, 36(5):157-161.
- [47] 李晓, 赵志强, 鞠倩, 等. 性诱剂对花生田棉铃虫和小地老虎防治效果研究初探[J]. 江西农业学报, 2013, 25(4):27-29.
- [48] 李为争, 杨雷, 申小卫, 等. 金龟甲蓖麻源引诱剂的配方筛选及田间效果评价[J]. 中国生态农业学报, 2013, 21(4):480-486.
- [49] 袁国明. 植物源农药银杏果衣加工液在草坪上的应用效果研究[J]. 现代农业科技, 2012 (8):161.
- [50] 张禹, 王梓清. 大豆地下害虫蛴螬的生物防治方法[J]. 大豆科技, 2014 (3):48-50.
- [51] 刘奇志, 王玉柱. 我国昆虫病原线虫生物防治应用研究进展[J]. 中国农业大学学报, 2002, 7(5):65-69.
- [52] 冯书亮, 王容燕, 范秀华, 等. 一株对金龟子类幼虫具有杀虫活性的苏云金杆菌新分离株[J]. 中国生物防治, 2000, 16 (2):74-77.
- [53] 茅洁瑜, 束长龙, 李克斌, 等. 对蛴螬有活性的苏云金芽胞杆菌菌株的筛选与基因鉴定[J]. 中国生物防治学报, 2011, 27 (2):176-181.
- [54] 邓春生, 张爱文, 农向群, 等. 卵孢白僵菌对花生蛴螬的田间防治效果[J]. 中国生物防治, 1995, 11(2):56-59.
- [55] 陈斌, 邓裕亮, 李正跃, 等. 绿僵菌对小云斑鳃金龟毒力及在土壤中的宿存[J]. 西南农业大学学报, 2004, 26(5):580-583.
- [56] 颜珣, 郭文秀, 赵国玉, 等. 昆虫病原线虫防治地下害虫的研究进展[J]. 环境昆虫学报, 2014, 36(6):1018-1024.
- [57] 熊集瑞, 李元文, 林莉, 等. 日本金龟臀钩土蜂的生物学特性研究[J]. 广东农业科学, 2006(5):54-55.
- [58] 王卫国, 刘喻敏. 弧丽钩土蜂的生物学及防治花生蛴螬的保护利用研究[J]. 莱阳农学院学报, 2002, 19(3):224-226.

(责任编辑: 田 喆)