

我国沙棘主要病虫害研究综述

胡建忠^{1,2*}, 卢顺光^{1,2}, 高岩¹, 王丹¹

¹水利部沙棘开发管理中心, 北京

²国际沙棘协会技术委员会, 北京

Email: bfuswc@163.com

收稿日期: 2021年5月11日; 录用日期: 2021年6月28日; 发布日期: 2021年7月5日

摘要

沙棘病虫害较多, 但在我国危害最大的主要为“两虫两病”。木蠹蛾造成了大范围的中国沙棘人工林死亡惨重; 绕食蝇是影响沙棘果实产量的首要害虫, 有可能在国内出现大规模蔓延倾向; 干缩病可造成大果沙棘工业原料林全军覆没; 缩叶病的危害也相当严重。对于沙棘病虫害, 需要采取综合措施, 预防为主, 多措并举, 才能逐步使危害控制到安全阈值范围以内。

关键词

木蠹蛾, 绕食蝇, 干缩病, 缩叶病, 综合防治, 沙棘

Summary on Main Diseases and Pests Harms of *Hippophae rhamnoides* in China

Jianzhong Hu^{1,2*}, Shunguang Lu^{1,2}, Yan Gao¹, Dan Wang¹

¹China National Administration Center for Seabuckthorn Development, Beijing

²Scientific Committee of International Seabuckthorn Association, Beijing

Email: bfuswc@163.com

Received: May 11th, 2021; accepted: Jun. 28th, 2021; published: Jul. 5th, 2021

Abstract

Among the diseases and pests harms to seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) in China, the most harmful were so-called “two pests and two diseases”. *Holcocerus hippophaecolus* caused a lot of artificial seabuckthorn forests to death in large scale, whereas *Rhagoletis batava* occupied the first

*第一作者。

place to influence the fruit yields of seabuckthorn, and the potential contagious trend existed at present; *Fusarium sporotrichoides* could make the industrial forest of seabuckthorn disappeared if infected it, and so did *Phytoplasma hippoahes*. Comprehensive measures including “prevention first” strategy should be put into uses in the diseases and pests control to limit the harms in the safe thresholds in China.

Keywords

Holcocerus hippophaecolus, *Rhagoletis batava*, *Fusarium sporotrichoides*, *Phytoplasma hippoahes*, Comprehensive Control, *Hippophae rhamnoides*

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

沙棘(*Hippophae rhamnoides*)是我国“三北”和西藏地区十分重要的生态建设和工业原料林树种[1], 经过数十年的人工造林和天然林保护工作, 全国现有沙棘资源 3000 万亩, 沙棘加工企业 200 余家, 年产值达 70 亿元, 生态、经济和社会效益均比较突出。多年来种植沙棘的实践表明, “适地适树”是必须坚持的第一条原则, 沙棘种、亚种、品种的需求各不相同, 适宜种植的立地条件就不一样, 需要做好种植规划设计; 而第二条原则就是搞好病虫害防治, 病虫害是远较干旱等逆境胁迫更为重要的影响沙棘成活的因子, 稍不注意, 就会造成沙棘大面积死亡。

我国适宜种植沙棘的地域很广, 从东北、华北到西北、西南均是沙棘主栽地区。不同的生物气候条件, 就会有不同的病虫害出现, 对包括沙棘在内的各类林木生长发育造成影响。沙棘的病虫害出现特点, 在区域间有个性, 也有共性。有些是中小范围内的, 危害相对较轻, 一般较易防治; 而有些是大范围的(甚至跨国), 危害十分严重, 稍为注意不到, 就有可能造成沙棘全部死亡的局面。本文就是对这些危害性极大的沙棘主要病虫害“两虫两病”研究文献的综述和思考。

2. 在诸多危害沙棘的害虫中, 木毒蛾造成了大范围的中国沙棘人工林消亡

我国危害沙棘的害虫种类繁多[2][3], 蛀干害虫有沙棘木蠹蛾(*Holcocerus hippophaecolus*)、红缘天牛(*Asias halodendri*)、芳香木蠹蛾(*Cossus cossus*)等, 蛀花器芽叶害虫有巢蛾(*Yponomeuta* sp.)、舞毒蛾(*Lymantria dispar*)、沙棘卷叶蛾(*Acleris hippoahes*)、桦尺蠖(*Biston betularia*)、沙棘木虱(*Psylla hippophaes*)、沙棘蚜虫(*Capitophrus hippophaes*)等[4], 其中以木蠹蛾为最, 危害性极强。木蠹蛾曾使 20 世纪 90 年代号称“全国沙棘一县”辽宁省建平县境内的百万亩中国沙棘陆续全部死亡[5]; 也使砒砂岩沙棘生态工程的建设受到重创。

木蠹蛾属木蠹蛾科, 老熟幼虫在树冠周围 15 cm 土壤中化蛹, 初孵幼虫主要钻蛀树干的韧皮部, 影响水分和营养物质的输导, 造成树木表皮干枯; 入冬前幼虫转移至地下危害, 树根大部分被蛀空, 导致整株枯死。成虫生殖能力强, 携卵量最高达 647 粒, 扩散能力较强, 幼虫危害持续期较长, 能在较短时间内对植物造成大面积危害。该虫个体较大, 树龄较年轻的沙棘植株根茎较细, 不利于其生存、产卵和生长发育, 而根茎越粗壮的老树, 虫害发生就越严重[6][7]。

我国多地调查发现, 沙棘天然林和人工林都会遭受木蠹蛾的侵袭, 但天然林不会大面积爆发虫害,

而人工纯林爆发虫害会较为集中,大面积爆发和蔓延的速度很快,后果非常严重。木蠹蛾虫害成灾原因是多方面[8]形成的,既有自然环境变化的影响,如降水量少、气候干燥、立地条件较差等,也有沙棘植株自身生长节律变化导致的生理原因,如树龄较大、树势衰弱等,还有如造林树种单一、营林方式不当等人为因素的原因。

周章义在内蒙古鄂尔多斯的砒砂岩生态工程区研究发现,8年生以上的沙棘出现了较大规模的死亡现象,死亡率达85%以上[9]。他认为,消除虫源木、黑光灯诱杀、平茬灌药(各种农药的100倍液加食盐或醋),都有较好的效果。

营林措施常被认为是防治沙棘木蠹蛾的基本措施,如刮除树体上的越冬幼虫,清除种植园内枯枝落叶等,但鉴于沙棘种植面积很大,木蠹蛾幼虫蛀干危害周期长,成虫发生期较短,雄蛾比雌蛾早熟,且飞翔能力远大于雌蛾等生活习性,利用性信息素诱捕雄蛾对防治沙棘木蠹蛾被证明有良好的应用前景[10]。

宗世祥等利用性诱剂在全国7省9地区对沙棘木蠹蛾进行连续3年的野外监测和控制,证明沙棘木蠹蛾性诱剂具有较好的野外监测和诱集效果。其中,平均诱蛾量最高的达26.6头/诱捕器,日诱蛾量最高的为45.9头/d,诱捕器之间的最佳设置距离为120m,诱捕效率达50%以上[11]。沙棘木蠹蛾性诱剂已成为沙棘木蠹蛾控制中最重要的措施之一,具有广阔的推广应用前景。

有研究以山西晋中人工沙棘林为样区,构建了沙棘木蠹蛾的灾害预警指标体系,不但可预估害虫危害程度,还能作出精准定位、发布预警信号,为进一步量化防控措施提供资料,减少虫害带来的经济损失[12]。

如前所述,辽宁省建平县种植沙棘林8~10年开始逐渐死亡,作者在内蒙古鄂尔多斯调查时发现,人工沙棘林也在种植后第8年开始连片死亡,死亡的根桩处常能发现大量的木蠹蛾。实际上,本世纪之初开展的退耕还林工程,陕西省吴起县陆续退耕种植沙棘林120万亩,2017年作者调查时了解到沙棘林也在种植8年后因罹患木蠹蛾等而陆续死亡,已被后栽的杨树、刺槐全部替代。

木蠹蛾在其他国家尚未见有关报道,国内近年来的报道相对少了一些,但并不意味这种虫害已经得到了控制。作者认为,这种情况一方面原因是人们已经习以为常,觉得沙棘种植后8~10年就应寿终正寝,完成使命;另外一方面原因,许多地方已经将注意力放在了沙棘工业原料林建设上,对沙棘生态种植关注度不高。黄土高原地区中国沙棘人工林生长老化与罹患木蠹蛾之间的辩证关系,不应停止,还需要继续投入力量开展深入研究。

3. 绕食蝇严重影响沙棘果实产量,有在国内出现大规模蔓延的倾向

绕实蝇(*Rhagoletis batava*)隶属实蝇科,成虫产卵于沙棘青果的果皮,幼虫孵化后蛀食果肉,致使受害沙棘果实只剩外面的果皮而干瘪,严重影响到沙棘果实的产量和质量。在全俄瓦维洛夫作物栽培研究所于1993年分布的《沙棘性状描述分级标准代码检索表》中收录的最能对沙棘构成严重威胁的9种虫害中,位列第一[13]。

目前,绕食蝇在俄罗斯西伯利亚、图瓦自治共和国、白俄罗斯、立陶宛东北部、拉脱维亚、瑞典、荷兰东部等地危害很大[14][15]。俄罗斯沙棘绕实蝇大发生时,可使种植园和野生沙棘果减产90%以上。我国于1985年首先在辽宁省建平县罗福沟乡沙棘林中发现绕实蝇,后来在该县其他地方,以及邻近的阜新县都有发现[16][17]。另外,在黑龙江北部地区、陕西榆林、山西右玉、内蒙古巴彦淖尔和新疆阿勒泰等地也有沙棘绕实蝇发生[18][19][20]。

贾艳梅等在陕西省调研发现,沙棘绕实蝇主要分布于榆林、神木、府谷、佳县、横山、靖边、定边等县(市),幼虫在果内取食果肉,果实被害率高达21.6%。沙棘绕实蝇幼虫在沙棘林内的空间分布呈聚集分布,与沙棘绕实蝇成虫产卵和幼虫的生活习性相吻合。雌成虫喜在林缘结果繁茂,在树冠向阳一方产

卵，孵化后幼虫取食果肉造成危害[21]。

赵斌等研究发现，沙棘绕实蝇在内蒙古磴口一年发生一代，幼虫蛀食果肉，并可转果危害。在地表土层化蛹，蛹期长达 9 个多月。成虫期较短，自 6 月中下旬至 8 月上旬。成虫多在凌晨和上午羽化，性比约为 1:1，寿命 15 天左右。交尾多发生在白天，可多次交配。防治工作应在成虫期进行[22]。国内还有研究建立了沙棘绕实蝇实验种群，以为绕实蝇生物防治工作奠定相关基础[23]。

用高效氯氟氰菊酯、苦参碱和阿维菌素这 3 种农药对沙棘绕实蝇有明显触杀效果[24]。不过目前采用农药进行防治绕食蝇的报道不多，大多采用更加绿色环保的引诱剂组合黄板的物理办法来加以防治。

朱建梅等研究指出，沙棘绕实蝇引诱剂组合黄板对沙棘绕实蝇成虫具有很好的引诱效果，并筛选出一种挥发物 RDKS 对沙棘绕实蝇两性成虫均有较好的引诱效果，可作为沙棘绕实蝇引诱剂的成分之一，这两种引诱剂结合黄板可作为沙棘绕实蝇监测和防治的有效手段之一[25]。他们还用 6 种不同波长黄色粘虫板对沙棘绕实蝇成虫进行诱集筛选，波长 570 nm 黄色粘虫板对沙棘绕实蝇成虫诱集效果最好，与其它波长黄色粘虫板之间均有显著差异。研究结果证实了波长为 570 nm 的黄色粘虫板，可作为监测与防治沙棘绕实蝇的一种有效手段[26]。

还有研究以明胶和聚乳酸为载体，采用溶剂挥发法，成功制备出含引诱剂和杀虫剂的缓释微球。其中，用于引诱沙棘绕实蝇的碳酸铵是水溶性化合物，而多杀菌素是一种易于包埋的脂溶性化合物，据此将碳酸铵作为内水相，以多杀菌素作为中油相，通过 W/O/W 复乳法提高了包封率。所制备的多杀菌素/碳酸铵缓释微球，通过延长引诱剂和生物农药的释放期，达到持续释放的效果，从而减少了农药的使用量和施药次数。缓释微球可用于林间防治沙棘绕实蝇及其他绕实蝇属的害虫[27]。

张宁等研究发现，新疆布尔津栽植的 5 个沙棘品种成熟期由早到晚依次为“状元黄”、“阿列依”、“无刺丰”、“向阳”、“深秋红”，按绕食蝇危害率从高到低依次为：“阿列依”(55.43%) > “状元黄”(37.72%) > “无刺丰”(29.10%) > “向阳”(21.29%) > “深秋红”(0.52%)，两个序列排序大体相同。“状元黄”沙棘果实着色期与绕实蝇的发生期相吻合，越早成熟的沙棘品种(“状元黄”、“阿列依”)受害程度越重[28]。

为了采用耕作等措施除治害虫的茧蛹，魏建荣等在内蒙古磴口调查了沙棘绕实蝇茧蛹在沙棘林地土层内的分布规律，发现茧蛹在土壤内的水平分布只与投影上方是否有沙棘果实有关，且大部分均分布在地表深度为 6 cm 内的沙土层内。沙棘绕实蝇茧蛹期的寄生性天敌红铃虫金小蜂(*Dibrachys cavus*)的寄生率在 20%上，因此可考虑采用人工繁殖技术大规模繁育这种金小蜂，以开展生物防治，达到对沙棘绕实蝇的持续控制[29]。

沙棘绕实蝇对沙棘果实的严重损害于 2013 年在德国首次报道。由于重要品种的产量损失经常超过 80%，因此德国东北部沙棘的整个种植受到威胁。在勃兰登堡州，沙棘的种植面积仅次于苹果和甜樱桃，这一事实凸显了控制这种有害生物的战略紧迫性。2014 年，德国勃兰登堡植物保护局(LELF)和梅克伦堡-沃波默尔纳什农业和渔业研究中心、园艺作物生产中心(LFA)邀请了有关种植者、机构、公司等讨论可能的策略，设立 MoPlaSa 项目。MoPlaSa 项目组的目标是制定一项植物保护战略，计划于 2022 年底为所有沙棘种植者提供非化学控制的模块化概念，同时考虑生产条件(生态、综合)和栽培方法(广泛、密集)。

2020 年 11 月 20 日，拉脱维亚沙棘联盟(Latvian SBT Union)主席 Andrejs Brūvelis 向国际沙棘协会(ISA)成员发信指出，绕食蝇损害了欧洲和西伯利亚大量的沙棘果实，由于欧盟(EU)和俄罗斯严禁一些功效好、但有公害的化学药剂使用，只容许使用无公害高效生物杀虫剂“TRACER”“GF-120”，但防治效率不高(在 40%以下)，因此向其他国家求助防治技术。此信引起 ISA 技术委员会成员间的广泛交流，从往来信件中作者发现，在绕食蝇防治方面，欧洲远远走在了前头，他们不是没有办法，而是苦于没有更加有机、环保的药剂；而我国以及印度等亚洲国家，在这方面的研究还很薄弱，这也为我们提出了新的研究

使命。

4. 在诸多危害沙棘枝干的病害中，干缩病是危害大果沙棘工业原料林经济效益的头号劲敌

能引起沙棘病害的病原菌有 42 属 47 种之多，其中危害主干的有 8 属 7 种，危害枝条的有 17 属 21 种，危害实生苗和扦插苗的有 4 属 4 种，危害果实的有 6 属 6 种[30]。

沙棘枝干病害主要包括干缩病(*Fusarium sporotrichoides*)、腐烂病(*Cytospora hippophaes*)和溃疡病(*Fusicoccum viticolum*)等。干缩病发病后常表现为感染部位初期为黄色斑，随后造成感染部位大面积肿胀，之后表皮破裂且裂纹不断加深，并慢慢缢缩、腐烂、变黑，逐渐干缩凹陷形成条斑，所以称为干缩病[31]。沙棘腐烂病主要表现为干腐、流胶、溃疡、枝枯、腐烂等症状[32]。溃疡病则主要表现为溃疡症状，发病初产生黑色发亮的圆形突起病斑，后扩展为椭圆形或不规则形，病斑周围的界限明显。后期病斑失水，中间凹陷干缩，但中心略突起黑色，边缘稍有突起咖啡色，似同心轮纹状，病斑上常有許多黑色小突起(分生孢子器)[33]。李曦光等发现新疆沙棘所受病害主要以溃疡病为主，2017 年沙棘溃疡病集中于阿勒泰地区，受灾面积为 7.7 万亩[34]。

邢会琴等经对中国沙棘和大果沙棘调查，新发现一种沙棘枝枯病是近年来在甘肃河西走廊新流行的毁灭性病害，常造成大量枝条干枯和树木死亡，减产严重，其为害特点和症状表现与已经报道的其他沙棘枝干病害明显不同。2011~2015 年调查数据表明，林分株发病率一般为 5%~15%，严重时可达 30%以上，树木死亡率以每年 2%~5%的速度增加[35]。调查数据显示，沙棘枝枯病的发生与降雨、温度、栽培管理、树龄、树势、结实量等因素有关。其中，降雨是病害流行的主导因素，其次是温度和树势。另外，沙棘枝枯病发生严重的林地干缩病发生也比较严重，2 种病害通常混合发生，加重了对沙棘的为害。

全俄瓦维洛夫作物栽培研究所于 1993 年公布的《沙棘性状描述分级标准代码检索表》收录了 11 种最能对沙棘构成严重威胁的病害，其中干缩病位居第二。干缩病是世界范围内危害沙棘最严重的毁灭性病害，该病自 20 世纪 60 年代在俄罗斯大面积爆发以来，发展至今已在世界沙棘主栽区广泛流行。我国干缩病主要发生在引进大果沙棘种植园中，估计是引进种质资源时连同病原体一起引进的。我国许多引进大果沙棘品种结实后因干缩病严重并迅速发展而导致死亡，造成了几乎是毁灭性的灾害。水利部沙棘开发管理中心负责实施的 948 项目，在青海大通设有十余亩区域试验区，定植 4 年后因罹患干缩病而全部死亡，特点是发作快，前一年入冬前感觉树木有问题，次年春季全部干枯。

普遍认为，引起沙棘干缩病的病原菌为拟枝孢镰孢菌[36]。在黑龙江齐齐哈尔，病原菌生长最适温度为 25℃，最适 pH 值为 7，生长所需最佳碳源为麦芽糖，最佳氮源为硝酸钠和蛋白胨；病原菌产孢最适温度为 25℃，最适 pH 值为 6，最佳碳源为乳糖，最佳氮源为硝酸钠。病原菌可生长在沙棘不同部位，菌株存在致病力上的差异，生长于干部的菌株致病力较强，各菌株种内存在一定的遗传分化[37]。

杜汉君研究发现，干缩病发病有一定规律性，部位高度集中在阳面(南面、西南面、上面)，且往往发生在树木的特定部位，整个群体发病呈突然的成批性，集中发生于夏末秋初高温多雨季节。侵染的发生主要是形成层活动旺盛的结果，此外雨后高温也有利其发生。生长季节产生的各种伤口(打插条、夏剪、昆虫危害等机械损伤)及自然孔口为侵染提供了门户[38]。

张军研究认为，沙棘干缩病的流行，特别是造成大量病斑连发，最后导致枝干枯萎、干缩致死，其主要因素是冻害[39]。还有研究认为，沙棘干缩病的发生与营养元素有关。施用钙肥、含有多种元素的叶面肥、硼肥、磷钾肥以及硅锌肥均可使沙棘干缩病的发病率明显降低。钙是抵抗病原物的侵染、减少病害发生的重要营养元素，土壤缺钙是引致沙棘干缩病发生的重要诱因[40]。

阮成江等研究认为，培育抗干缩病沙棘新品系是我国可持续地发展沙棘事业急需研究解决的重要课

题。他们在长期调查观测的 24 个沙棘品种中, 根据病情指数初选出的抗干缩病沙棘品种有: “亚历山大 12 号”、中国沙棘无刺雄株、“柳沙 2 号”、“实优 2 号”、“实优 1 号”、“变幻”、“现代”、俄罗斯无刺雄株、无核沙棘、“辽阜 2 号”和 2 种中俄杂交沙棘类型, 这些品种或类型的病情指数均显著小于 5 [41]。

张军对沙棘树干真菌种群的筛选与培养, 表明木霉菌与青霉菌对沙棘干缩病的病原菌有明显的拮抗作用, 其中前者制剂防效在 70%以上, 复发率仅为 10%左右[42]。

董希文等在齐齐哈尔市富拉尔基区黑龙江省森林与环境科学研究院试验示范基地及甘南县甘南林场的大果沙棘林内, 采用随机区组设计, 根部灌药的方式, 研究了噻菌铜、恶霉灵、普力克、多菌灵等 4 种低毒土壤杀菌剂对沙棘干缩病发生的影响。结果表明, 几种杀菌剂均可减少沙棘干缩病的发生, 但不同杀菌剂对沙棘干缩病的影响程度不同, 恶霉灵对减少沙棘干缩病的发生效果显著, 同时由于恶霉灵在土壤内及树体内最终降解为水、二氧化碳、葡萄糖等, 属无公害药剂, 可作为预防及防治沙棘干缩病的首选药剂[43]。

近年来, 水利部沙棘开发管理中心委托沈阳农业大学植保学院开展了沙棘干缩病的防治研究。通过室内药剂筛选试验, 目前已筛选出 3 种对拟枝孢镰刀菌抑制效果较好的化学药剂, 分别为 70%甲基硫菌灵可湿性粉剂(1000 倍液)、烯唑醇(1000 倍液)和 1%申嗪霉素(1000 倍液), 可供生产中选择使用[44]。

5. 缩叶病严重影响沙棘树体生长发育, 严重时可能造成毁灭性灾害

近年来, 还有一种病害 - 植原体侵入造成的缩叶病(*Phytoplasma hippoas*)或卷叶病, 自 2012 年以来, 在内蒙古鄂尔多斯砒砂岩沙棘生态工程区频繁发生, 在有些区域几乎造成了毁灭性后果。每年 6 月上旬, 位于沙棘新梢顶端生长点的幼叶开始变形卷缩, 并逐渐向下方叶片和枝茎扩展, 使新梢甚至果枝的茎弯曲、扭曲乃至形成圆环状, 严重影响叶片的生长和光合, 进而影响果实的生长、品质和产量。病情严重的病株在 2~3 年内即全身感病而枯萎死亡。缩叶病主要发生在大果沙棘和杂交沙棘植株上, 依品种不同而病情轻重不同; 中国沙棘也有该病发生, 病情相对较轻, 不过死亡也不少。

植原体原称类菌原体(MLO), 是一类由生物膜包围, 无细胞壁, 存在于植物韧皮部筛管细胞中以及介体昆虫的肠道、淋巴、唾液腺等组织内, 类似植物病原细菌, 不能人工培养的单细胞原核生物。主要靠韧皮部取食的刺吸式昆虫介体传播, 已感染了全球 1000 多种植物, 是超过 100 种植物疾病的病原体, 包括数种重要的林木及经济作物[45]。能够传播植原体的昆虫包括半翅目成员, 如刺吸式的叶蝉、飞虱和木虱等昆虫均可作为植原体的载体。植原体在植物中诱发多种异常发育的症状, 包括成丛枝(单点密集的芽)、花变叶(花器官转化为叶)、绿变、黄化、矮化、叶和茎呈紫色等[46]。成丛枝的病有泡桐丛枝病、甘薯丛枝病、苹果簇生病、枣疯病等, 与沙棘缩叶病类似。

其他国家尚未有此病害沙棘的有关报道。在我国鄂尔多斯砒砂岩沙棘生态项目区, 曾经对十分猖獗的缩叶病开展过防治试验, 从结果来看, 6 月缩叶病发生的初期, 及时用枝剪剪掉有卷叶或丛生叶的新梢, 再用盐酸吗啉胍(病毒灵)给叶面喷药, 连续喷施 3 次, 可以有效减轻病情。在 2010~2012 年连续发生 3 年严重危害后, 从 2013 年起, 缩叶病患植株突然就减少了, 只在部分地段和个别植株上才有发生, 情况不甚明朗。沙棘缩叶病在国内尚未见研究成果见诸报道。今年水利部沙棘开发管理中心委托沈阳农业大学植保学院, 已开始了对这种病害的初步研究。

6. 小结

沙棘病虫害可分为生物灾害和非生物灾害, 生物灾害以害虫、菌类、植原体等引起的危害为主, 而非生物灾害主要是立地条件差和干旱等不良气候因素影响, 这两类因素的叠加, 致使沙棘生长衰退或死

亡。

根据自然规律,沙棘病虫害不会根除,必然会与沙棘相伴相存,人们所要做的是对其加以科学防治,让受灾控制在容许范围之内。

从生态调控的理论和森林健康的理念来看,我国沙棘病虫害的防治应该着眼于区域性沙棘生态系统的调控,合理安排诸如人工物理防治(包括黑光灯诱捕)、化学防治、生物防治(包括性引诱剂应用),以及营造混交林、平茬复壮等营林措施的综合防治措施体系[47][48]。同时,应积极保护和开发利用天敌资源,如开展幼虫期木蠹蛾天敌毛缺沟姬蜂和病原真菌的保护和开发应用,立体防治,连续防治。

此外,还应十分重视沙棘引种中的病虫害检疫工作,把好这道关口;同时,积极开展抗病虫害沙棘品种的选育,力争从根本上解决问题,取得最佳防治效果,以充分发挥沙棘的综合效益,造福人类。

基金项目

水利部财政项目:水土保持业务(126216223000200001)。

参考文献

- [1] 胡建忠. 三北地区沙棘工业原料林资源建设与开发利用[M]. 北京: 中国环境出版集团, 2019: 44-54.
- [2] 魏云峰, 韩义明. 25%灭幼脲 III 号防治沙棘虫害的试验[J]. 中国森林病虫, 2001(2): 31-32.
- [3] 胡忠义, 颜景红. 阜新沙棘林虫害种类调查与防控措施[J]. 内蒙古林业调查设计, 2010, 33(6): 88-89.
- [4] 胡建忠, 邵源临, 李永海. 砒砂岩区沙棘生态控制系统工程及产业化开发[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2010: 44-45.
- [5] 张新春. 建平县沙棘林死亡后的思考[J]. 防护林科技, 2013(3): 76+82.
- [6] 孙永平, 郑红旗, 张连生, 梁树军, 姜宗辉. 辽宁省沙棘木蠹蛾综合治理初步研究[J]. 中国森林病虫, 2007(3): 1-4.
- [7] 陈孝达, 张学武. 沙棘昆虫种群结构及综合防治的研究[J]. 陕西林业科技, 2000(2): 36-39.
- [8] 付雨佳. 不同的营林条件沙棘木蠹蛾发生规律差异研究[D]: [硕士学位论文]. 太原: 山西农业大学, 2019.
- [9] 周章义. 内蒙古鄂尔多斯市东部老龄沙棘死亡原因及其对策[J]. 沙棘, 2002, 15(2): 7-11.
- [10] 成小芳, 王金明, 张金桐. 沙棘木蠹蛾性信息素的合成与林间诱蛾活性试验[J]. 林业科学, 2007, 43(5): 74-77.
- [11] 宗世祥, 周娇, 骆有庆, 张连生, 姚国龙, 宗德禄, 刘振新, 王英凯, 崔建军. 性诱剂在沙棘木蠹蛾监测和控制中的应用[J]. 昆虫知识, 2010, 47(6): 1217-1220.
- [12] 门丽娜, 王利军, 张宇宏, 曹悦, 韩有志, 张志伟. 人工沙棘林沙棘木蠹蛾灾害预警指标体系的构建与应用[J]. 中国农业科技导报, 2019, 21(7): 102-111.
- [13] 武福亨, 赵玉珍. 前苏联沙棘病虫害的研究与防治[J]. 国际沙棘研究与开发, 2004, 2(4): 44-48.
- [14] Stalazs, A. (2014) New Records of Some Dipterans (Diptera: Cecidomyiidae, Tephritidae) in North-Eastern Lithuania. *Zoology and Ecology*, 24, 55-57. <https://doi.org/10.1080/21658005.2014.883831>
- [15] Stalazs, A. (2014) New Records of Tephritoidea (Diptera: Brachycera) for the Fauna of Latvia. *Zoology and Ecology*, 24, 347-351. <https://doi.org/10.1080/21658005.2014.939883>
- [16] 葛葆蔚, 李桂和, 张玉伟, 等. 沙棘果实蝇的初步研究[J]. 辽宁林业科技, 1988(3): 45-46.
- [17] 葛葆蔚. 沙棘果实蝇防治技术的研究[J]. 中国森林病虫, 1991(2): 24-25.
- [18] 陈孝达, 党心德, 李锋. 陕西省沙棘昆虫区系的特点及分析[J]. 沙棘, 2001, 14(2): 23-26.
- [19] 刘金江. 黑龙江省沙棘主要病虫害及综合防治[J]. 沙棘, 2005, 18(4): 11-12.
- [20] 魏建荣, 苏智, 刘明虎, 等. 沙棘果实的重要检疫害虫——沙棘绕实蝇的发生与危害[J]. 内蒙古林业科技, 2012, 38(4): 55-57.
- [21] 贾艳梅, 叶永成, 郭中华, 王建飞. 沙棘绕实蝇幼虫空间格局及其应用的初步研究[J]. 陕西林业科技, 1998(3): 78-81.
- [22] 赵斌, 苏智, 李莎莎, 门金, 程志明, 魏建荣. 沙棘绕实蝇的生物学习性[J]. 林业科学研究, 2017, 30(4): 576-581.

- [23] 陆燕, 朱建梅, 阿地力·沙塔尔, 吾拉别克, 金格斯. 沙棘绕实蝇成虫和幼虫人工饲料研究[J]. 应用昆虫研究, 2019, 56(2): 333-341.
- [24] 李莎莎, 李臻, 程志明, 苏智, 魏建荣. 4 种药剂对沙棘绕实蝇成虫的触杀活性[J]. 林业科学研究, 2018, 31(6): 98-104.
- [25] 朱建梅, 陆燕, 李岚洁, 阿地力·沙塔尔, 吾拉别克, 金格斯. 乙酯类挥发物及诱剂对沙棘绕实蝇的引诱效果[J]. 新疆农业科学, 2019, 56(8): 1518-1526.
- [26] 朱建梅, 张宁, 阿地力·沙塔尔, 陆燕, 吾拉别克, 金格斯. 不同波长的黄板对沙棘绕实蝇引诱效果研究[J]. 中国森林病虫, 2018, 37(3): 13-16.
- [27] 程志明, 李彦艳, 魏建荣, 苏智. 多杀菌素与碳酸铵复合微球的制备及其对沙棘绕实蝇成虫的防治效果[J]. 林业科学, 2020, 56(8): 191-200.
- [28] 张宁, 朱建梅, 陆燕, 阿地力·沙塔尔, 金格斯. 布尔津县沙棘绕实蝇的发生动态及习性研究[J]. 新疆农业大学学报, 2017, 40(6): 409-415.
- [29] 魏建荣, 苏智, 刘明虎, 魏柯, 董丽君. 沙棘果实的重要检疫害虫——沙棘绕实蝇的发生与危害[J]. 内蒙古林业科技, 2012, 38(4): 55-57.
- [30] 茹科夫 A. M. 西伯利亚沙棘群落的病原菌[M]. 新西伯利亚: 科学出版社西伯利亚分社, 1979.
- [31] 阮成江, 张军, 周自知. 沙棘干缩病症状与发病规律及抗性品种初选[J]. 大连民族学院学报, 2008, 10(5): 389-393.
- [32] 田振江, 马春萍, 朱丹璐, 等. 沙棘腐烂病病原初报[J]. 中国森林病虫, 2015, 36(3): 30-31.
- [33] 张兵, 陈晶晶, 刘玉, 等. 大果沙棘溃疡病病原鉴定及生物学特性研究[J]. 新疆农业大学学报, 2011, 32(2): 140-145.
- [34] 李曦光, 王蕾, 丁程峰, 罗磊, 高健. 新疆林果大数据管理平台的应用实例分析——以沙棘为例[J]. 林业科技, 2020, 45(4): 45-50.
- [35] 邢会琴, 王治江, 汪永洋, 郑天翔, 何艳萍. 甘肃省河西走廊沙棘枝枯病发生初报[J]. 中国农学通报, 2017, 33(22): 133-137.
- [36] 宋瑞清, 孙海珍, 董希文, 邓勋. 黑龙江沙棘干缩病病原菌的研究[J]. 林业科学, 2010, 46(9): 88-95.
- [37] 孙海珍. 黑龙江沙棘干缩病病原及无公害防治的研究[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2009.
- [38] 杜汉君. 沙棘干缩病发病规律及成因的调查与分析[J]. 沙棘, 2001, 14(1): 13-15.
- [39] 张军. 防治沙棘干缩病有效药剂的研究[J]. 沙棘, 2002, 15(3): 23-25.
- [40] 董希文, 闫敦梁, 王丽敏, 王丽晶. 施用不同肥料对沙棘干缩病发病率的影响[J]. 防护林科技, 2009(5): 23-25.
- [41] 阮成江, 张军, 周自知. 沙棘干缩病症状与发病规律及抗性品种初选[J]. 大连民族学院学报, 2008, 10(5): 389-393.
- [42] 张军. 沙棘干缩病拮抗真菌的筛选及应用[J]. 国际沙棘研究与开发, 2006, 4(4): 35-40.
- [43] 董希文, 王丽敏, 闫敦梁. 沙棘干缩病无公害控制技术研究[J]. 防护林科技, 2011(4): 22-24.
- [44] 赵东晓, 陈悦, 夏博, 胡建忠, 殷丽强. 沙棘枝干枯萎病症状观测与病原菌室内化学药剂筛选[J]. 中国水土保持, 2021(4): 50-52.
- [45] 徐平洛, 翟晓巧. 植物植原体病害研究进展[J]. 河南农业科技, 2020, 40(4): 20-23.
- [46] Hoshi, A., Oshima, K., Kakizawa, S., *et al.* (2009) A Unique Virulence Factor for Proliferation and Dwarfism in Plants Identified from a Phytopathogenic Bacterium. *PNAS*, **106**, 6416-6421.
- [47] 骆有庆, 宗世祥, 许志春, 张金桐, 路常宽, 张连生. 沙棘木蠹蛾综合控制技术研究[J]. 林业科学, 2007, 43(11): 46-50.
- [48] 梁丽梅. 关帝林区沙棘病虫害及其防治措施[J]. 山西林业科技, 2019, 48(2): 52-54.