

城市困难立地条件下园林绿化植物病虫害的发生及其防控策略

Occurrence of Plant Diseases and Pests and Their Prevention and Control Strategies with the Condition of Challenging Urban Sites

高 磊 李跃忠 王 凤
GAO Lei LI Yuezhong WANG Feng

基金项目:

上海市经济和信息化委员会专项“基于融合感知的城市绿地智能监测与质量评估系统研制”(编号: 201901024)

上海市绿化和市容管理局“城市困难立地绿化场地分类分级诊断评价方法”(编号: G190201)

文章编号: 1000-0283 (2020) 09-0002-06

DOI: 10.12193/j.laing.2020.09.0002.001

中图分类号: TU986

文献标识码: A

收稿日期: 2020-04-05

修回日期: 2020-06-02

摘要

城市困难立地园林绿化是近年来中国城市发展过程中面临的一个紧迫问题。文章通过介绍城市困难立地条件下植物病虫害发生概况和产生的变化, 强调了城市困难立地园林绿化病虫害的防治方法和不同阶段的防治策略; 结合病虫害防控新技术的开发和配生土技术的应用, 对今后一段时间城市困难立地园林绿化植物病虫害防控技术进行了展望。

关键词

城市困难立地; 病虫害; 防控策略; 配生土

Abstract

Afforestation under challenging urban sites is an urgent problem in urban development in China in recent years. This paper summarizes the occurrence status and differences of plant diseases and insect pests under challenging urban sites comparing with the general greenbelt. The methods and strategies of management for plant diseases and pests under challenging urban sites emphasized. Combining with the development of new pest-control technology and all-purpose-soil application, it prospected that the prevention and control technology of plant diseases and pests.

Key words

challenging urban sites; plant diseases and pests; management strategies; all-purpose-soil

高 磊

1983年生 / 男 / 江苏金坛人 / 博士 / 上海市园林科学规划研究院植物保护研究所副所长, 上海城市困难立地绿化工程技术研究中心高级工程师 / 主要研究园林病虫害防治 (上海 200232)

李跃忠

1963年生 / 男 / 上海人 / 上海市园林科学规划研究院, 上海城市困难立地绿化工程技术研究中心教授级高级工程师 / 主要研究园林病虫害防治 (上海 200232)

王 凤

1981年生 / 女 / 江苏南通人 / 硕士 / 上海市园林科学规划研究院, 上海城市困难立地绿化工程技术研究中心高级工程师 / 主要研究园林病虫害防治 (上海 200232)

“困难立地”作为学术名词出自林学和恢复生态学, 在林学上一般指自然条件差的造林地, 需要投入人力、物力改良立地条件, 配合工程措施辅助才能常规造林。在恢复生态学中相近的概念是“受损生境”“退化生境”或“脆弱生境”, 是指生态系统在结构、过程、功能方面表现出受损症状, 稳态被打破、系统崩溃、退化到人工荒漠程度, 极难通过自然恢复或常规植被恢复技术进行正向演替的生境。结合《城市用地分类与规划建设用地标准》(GB50137-2011), 城市困难立地可分为自然型、退化型和人工型等3个大类, 包括盐碱地、水土流失地、瘠薄岗地、搬迁遗留地、受损湿地、垃圾填埋场等12个二级类型^[1-2]。近期, 城市困难立地的定义被相关研究学者再次明确为广义和狭义两个层面, 从广义上来说, 城市困难立地是指城市区域环境中, 不能满足地带



1

1. 上海世博公园景观

性植被主要物种正常生长所需立地条件的场地空间的总称；从狭义上来说，是指受到人为因素干扰后，导致城市所在区域地带性植被主要物种适生条件退化的立地总称^[3]。

在国际上，率先进入高度城市化阶段的发达国家首先提出“城市更新”(urban regeneration)的概念^[3]；在国内，上海、北京等特大型城市最早出现了城市困难立地绿化活动，比如上海延伸绿地，通过拆屋建绿，实现了把城市和建筑建设在绿色中；后来陆续以城市发展的重要事件为契机推动了城市困难立地绿化的深入发展，如上海世博园区绿地（图1）、西安园博园、广州亚运会绿地、上海黄浦江生态贯通等^[4-5]。随着城市困难立地绿化面积的增大，如何对其进行科学化、规范化的养护也逐渐受到重视，尤其是与一般的绿地相比，城市困难立地绿化植物生长的环境往往更为恶劣，更需要通过精细化养护保障其健康生长。而在养护过程中，如何更合理地应对病虫害的发生，将病虫害对植物的影响降到最低，需要引起更多的关注和重视。

1 城市困难立地园林绿化植物病虫害的发生

1.1 城市困难立地园林绿化植物病虫害发生概况

城市困难立地条件下园林绿化植物的长势相对较差，且很多新种植的植物生长尚处于恢复期，其生态系统还正在构建阶段，远远未达到生态平衡，而在这一过程中，原有的植物病虫害种类可能变化，次要害虫上升为主要害虫将成为常

态，相关的管理要求也应该随之改变。

城市困难立地园林绿化是城市发展到一定阶段的产物，是与社会经济发展密切相关的；伴随着这一发展过程，人们对绿地的要求也与日俱增，城市绿化已经不再仅仅是种几棵树的问题，而是一个从多样性、景观性和生态效应等多个方面衡量的系统性工程，受到越来越广泛的关注；党的十八大进一步做出“大力推进生态文明建设”的战略决策，而城市绿化作为生态文明建设的一个组成部分，其重要性自然不言而喻。

与一般的造林绿化相比，城市困难立地园林绿化由于与城市密切相关，其病虫害的发生与防控也产生了显著的变化：(1) 城市困难立地绿化更强调人的因素。多数城市困难立地绿化发生在城市环境中，与市民关系密切，因此在病虫害防控策略的制定上，应将人的感受摆在更加突出的位置；基于此，部分对植物危害不显著、但会引起人不舒适的病虫害应格外重视，如刺蛾类、毒蛾类等害虫的防控标准需更加严格；(2) 城市发达的交通运输导致生物入侵事件愈加频繁。生物入侵问题已引起世界各国广泛的的关注和重视，由于城市发达的运输体系和庞大人流，导致很多入侵生物更易在城市绿化植物上定居，如近年来爆发的美国白蛾、扶桑绵粉蚧等外来入侵物种，都是首先从城市绿化中发现的^[6]；(3) 城市景观需求使得一些优势害虫类群发生了变化。由于城市困难立地园林绿化设计规划过程中，往往不会将病虫害的发生作为重要因子纳入考虑，不仅如此，由



2. 枫香刺小蠹爆发导致北美枫香大量死亡 (摄于2017.6. 上海)
3. 刺吸性害虫诱发的煤污病

于城市困难立地园林绿化规划往往更强调景观的一致性，常常将单一树种进行大面积种植，这为某些害虫的快速增殖提供了优良的条件，如栾树上的栾多态毛蚜、瓜子黄杨上的黄杨绢野螟等害虫的大爆发，均与这些植物的集中种植密切相关。

1.2 城市困难立地园林绿化植物病虫害发生主要来源

1.2.1 钻蛀性害虫

钻干性害虫一般以成幼虫钻蛀植物的主干、枝条等部位为害，引起植物叶片的萎蔫或枯萎，甚至在严重时会造成植物整株死亡，是乔木类植物需要重点关注和防治的一类虫害^[7]。对城市困难立地绿化植物来说，由于种植环境较差，钻蛀性害虫的发生会使得原本较弱的树势雪上加霜，且在树干内发生隐蔽，常常到后期才被发现，因此易导致植物的死亡。

通常而言，代表性的钻干性害虫包括天牛、木蠹蛾、吉丁虫、小蠹、部分螟蛾和卷蛾等类群^[8]，这其中又以天牛的为害最为普遍，是最应该引起重视的一类树木害虫。

天牛是天牛科 (Cerambycidae) 昆虫的统称，全世界已知的种类超过 20000 种，部分种类是全世界林木的重要害虫，如星天牛 (*Anoplophora chinensis*) 和光肩星天牛 (*A. glabripennis*)^[9]。天牛主要以幼虫钻蛀植株茎杆，在韧皮部和木质部形成蛀道为害，破坏茎杆的营养输送功能，使植株生长衰弱，蛀干后引起枝杆枯死，严重者在茎基部钻蛀，受害植物韧皮部绕茎杆一周，引起植株死亡。长三角地区最常见的天牛种类为星天牛，为害无患子、悬铃木、杨、柳等数十种植物^[10]，其成虫对美国红枫、弗吉尼亚槭等含糖量较高的植物趋性显著^[11]。

小蠹是象甲科 (Curculionidae) 小蠹亚科 (Scolytinae) 昆虫的统称，是一类小型的钻蛀性昆虫，其生命周期绝大多数时间在寄主植物的体内生活，有的种类蛀食死树、病树、衰老树或堆木等，致使木材的使用价值降低；有的直接危害健康树木，且繁殖快、数量多，在短时间内会造成整片树林受害遭灾^[12]。一般来说，仅少部分小蠹种类会主动侵入健康的寄主植物，如近年来在上海及长三角地区爆发的枫香刺小蠹 (*Acanthotomicus suncei*)，已经导致数万株北美枫香死亡^[13-14]（图2）；多数小蠹种类更易为害树势衰弱的植株，由于城市困难立地园林绿化植物的生长仍然处于恢复期，树势整体较弱，这为众多小蠹类害虫的爆发创造了良好条件。

1.2.2 食叶性害虫

食叶性害虫是对取食植物叶片的一类害虫的统称。该类害虫常为害健康植物，多数以幼虫取食叶片，也有少部分种类以成虫取食，常咬成缺口或仅留叶脉，甚至全吃光。少数种群潜入叶内，取食叶肉组织。食叶性害虫种类众多，城市绿地常见的类群有卷蛾、螟蛾、刺蛾、舟蛾、毒蛾、夜蛾、蝴蝶、叶蜂、蝗虫、金龟子成虫、叶甲和部分象甲等。

总体来说，食叶性昆虫对植物景观的影响更为明显，常常是判断绿地中病虫害发生程度最直观的评价因素之一。根据食性的不同，食叶性昆虫又可分为单食性、寡食性和广食性等三类^[15]。单食性和寡食性昆虫由于寄主植物较为单一，更易形成爆发性危害，而广食性昆虫的寄主植物较多，往往不易产生爆发。与一般绿地植物相比，城市困难立地园林绿化植物食

叶性害虫的来源多样，种类组成复杂，影响其发生的因素众多，不同类群所产生的变化也不尽相同，需要提前做好监测预警工作，必要时开展防治。

1.2.3 刺吸性害虫

刺吸性害虫是园林绿化植物害虫中较大的一个类群，主要包括蚜虫、介壳虫、蝉、粉虱、木虱、蝽和蓟马等，多数种类个体较小，发生初期常被忽视，但其变化快；当外界条件合适时，短期内就会繁殖出大量个体，聚集在植物各个部位汲取汁液，同时易传播植物病毒，导致植物枝叶及花卷曲，甚至整株枯萎或死亡^[16]。刺吸性害虫种类多，且常具有较强的专一性，易聚集发生，对景观和植物生长造成不利的影响，如聚集为害极易诱发煤污病（图3）。

蚜虫和介壳虫是最常见的两类刺吸性害虫，多数园林植物都有发生这两类害虫的潜在风险。对于绿化植物而言，刺吸性害虫的发生是难以避免的，如何降低这类害虫的种群规模，减少其发生爆发的概率，减轻煤污病产生的程度，是刺吸性害虫防控的关键。对于城市困难立地绿化植物来说，刺吸性害虫的发生同样不可避免，这一方面是由于害虫本身的生物学特性所决定，另一方面，植物长势衰弱也可能诱发这类害虫的爆发。

1.2.4 植物病害

植物病害是指植物在生物或非生物因子的影响下，发生一系列病理变化，阻碍植物正常生长发育的进程，这两类因子分别对应植物的侵染性病害和非侵染性病害^[17]。其中，侵染性病害的生物因子包括真菌、细菌、病毒和线虫等病原物；非侵染性病害的非生物因子包括不适宜的物理、化学等因素，又称植物生理性病害。相比于虫害来说，植物病害的诊断和控制往往更为困难。

侵染性病害是由生物因子引起的，因此具有传染性是其一个典型特征^[18]，而非侵染性病害由非生物因子引起的，如营养、水分、温度、光照和有害有毒物质等，这些因子阻碍植株的正常生长而出现黄化、小叶、花叶等不同病症，这些由环境条件不适而引起的植物病害不能相互传染，无明显的发病中心，故又称为非传染性病害或生理性病害^[19]。

城市困难立地园林绿化植物中，由于立地条件相对较差，在营养、微量元素、有毒物质等方面都可能存在妨碍植物健康生长的因子，更易出现植物生理性病害。植物长势不佳，抵

抗病害的能力较弱，也有利于植物病原菌的侵染，从而导致植物病害更加严重。因此，在城市困难立地园林绿化植物病害的诊断过程中，应首先区分生理性病害和非生理性病害，然后再针对性地采取应对措施，控制植物病害的发生和蔓延。

2 城市困难立地园林绿化病虫害防治策略

2.1 合理利用各项技术

对于病虫害（有害生物）的防控理念，人类至今已提出了10多种，这其中，以有害生物综合治理（Integrated Pest Management, IPM）的影响最大，并随着社会、经济和技术水平的发展不断提高和完善^[20]。对于城市困难立地园林绿化来说，为保障植物的健康生长，更应有选择性地使用一种或多种防治技术来控制病虫害的发生，概述起来，主要包括以下五种技术。

（1）植物检疫

检疫防治是指一个国家或地区用法律或法令形式，禁止某些危险性有害生物人为地传入或传出，或者对已经传入的有害生物采取有效措施消灭或控制其蔓延^[21]。加强植物检疫，堵住有害生物入侵的源头，是控制病虫害爆发的第一道“关口”，能够最大限度地避免一些危险性病虫害通过人为因素传播扩散。随着园林绿化的发展，各类植物引种调运日益频繁，增大了人为传播各类植物病虫害的风险，城市困难立地条件下新种植的植物，务必做好引入前检疫检查，将隐患风险降到最低。

（2）园艺防治

园艺防治工作的目标是为园林植物生长创造良好的生长条件，采取各种措施提高抵抗病虫的能力。主要包括加强抚育管理、合理修剪，并清除各类病虫枝以减少病虫源基数；冬季深翻以消灭越冬虫源等。对于城市困难立地园林绿化植物而言，进一步改善周围的立地条件，最大限度地创造有利于植物生长的环境，提高植物的生长势，能大大抑制病虫害的发生。

（3）生物防治

生物防治包括利用天敌昆虫和病原微生物等方法来防治病虫害。自然界具有丰富的天敌资源，这是抑制病虫猖獗的重要限制因素，也是保护、利用和研究生物防治的基础。利用生物控制技术最大的优点是避免环境污染，然而对于新建城市困难立地园林绿化植物来说，首先应该保证的是植物移栽的成活率。因此，在初期病虫害防治过程中，不建议大范围采用



4. 用于虫情测报的频振式杀虫灯
5. 上海世博公园绿地养护

释放天敌等成本较高的生物防治技术，可以有选择性地利用病原微生物的方法进行控制。

(4) 物理防治

物理防治是指利用人力或简单工具在一些阶段对病虫进行防治，也包括利用害虫对某些物质和条件的趋性进行诱杀，如黑光灯诱杀，一方面可用于害虫虫情测报，另一方面也可杀死部分害虫（图4）。物理机械防治法还包括利用电、激光、超声波等方法，但目前尚未有很大规模的推广使用。对于城市困难立地园林绿化来说，需要根据实际情况选用防治方法，多管齐下，防止病虫害的发生蔓延。

(5) 化学防治

对于化学药剂的使用需要辩证看待，一方面由于其见效快、广谱性好、操作方便等特点，使其长期受使用者的欢迎；另一方面，近年来，随着全社会对生态环境要求的日益提高，化学药剂一夜之间又成“过街老鼠”，屡受诟病。本着既控制病虫、又保护环境的根本宗旨，在困难立地园林绿化植物病虫害防治中，要综合考虑病虫害生物学特性、未来发生趋势、立地环境等多种因素，遵循安全性、有效性、经济性、对人畜和生态环境无害性原则，有选择地使用化学药剂。

就目前而言，城市范围内构建的各类绿地，其规模、绿地率以及质量状况参差不齐；城市困难立地绿化植物除了生态和社会效益外，更重要的是景观效果，而在当前新建绿地生态系统难以自行调控的情况下，应在加强植物检疫和园艺管理方法的同时，有选择地使用对环境友好的无公害农药进行控制，结合多种防治方法，最终实现可持续的绿地病虫害控制。

2.2 城市困难立地园林绿化不同阶段的病虫害防控

病虫害的发生是一系列综合因素的结果，除了病虫害自身的特性以外，还与植物配置密切相关，在困难立地园林绿化规划种植的不同阶段，关注点应有所侧重。根据《绿化植物保护技术规程》的相关要求^[22]，在绿地规划设计时，应将病虫害的因素纳入考虑范围，进行必要的风险评估；从植物保护的角度针对植物种类选择和配置等方面提出建议，如降低具有引诱天牛成虫作用的槭树科植物的种植密度、避免梨树与柏属植物配置在相同或相近的绿地等，这些措施能从源头上降低发生植物病虫害大规模爆发的风险^[23]。同时，宜尽量选择适合本地生长的、抗逆性强的植物种类作为城市绿化植物，通过提高生物多样性来提高绿地自身的抗病虫调节能力（图5）。

在植物种植施工期间，应对新引进的植物病虫害进行检查，严格执行植物检疫制度，防止危险性病虫害的传入。按照“适地适树”的原则，避免采用易引发植物生长不良或病虫害为害的种植方式；在施工过程中，采用“边种植边养护”的模式，及时开展对已种植植物病虫害的预警监测防控工作，避免出现病虫害爆发后再进行控制的现象。

在绿地养护期间，要定期对病虫害的发生情况进行调查监测，及时采取有效措施，综合使用园艺、物理、生物和化学等防治手段，控制病虫害的发生和为害。在使用化学防治措施时，应严格执行《农药安全使用规定》^[24]；对非侵染性病害应科学养护，促进植物健康，防止由人为因素或环境因素引起的非侵染性病害发生。城市困难立地新种植的园林绿化植物尚未完全成活，生态系统处于不稳定状态，且此时植物的生长势较弱，应特别关注弱寄生性害虫及病害的爆发，如小蠹类害虫易在长势较差的植物上爆发；在这一过程中，应适当考虑增加低毒化学农药使用的频率，压缩区域内病虫害的种群规模，人为调控病虫害与寄主植物的关系，保证新种植植物的成活率，以期在较短时间内达到新的生态平衡。

3 城市困难立地绿化植物病虫害防控技术展望

3.1 新技术的开发

随着社会、经济、科学技术的不断发展，城市困难立地园林绿化植物病虫害的防控措施将更加多样化，除了传统的物理、化学、生物等技术之外，一系列新方法、新技术将应用到绿化植物病虫害的防控中，如昆虫信息素、植物诱导抗性等^[25]。随着可持续策略理论的深入，病虫害的防控也必须

以可持续发展理论为指导，强调生态系统对病虫害的自然控制功能，协调利用自然环境中的生物和非生物条件，将病虫害控制在社会、生态和经济效益可接受的低密度范围内，最终达到可持续控制的目的。

3.2 配生土技术的应用

城市困难立地园林绿化提升的核心在于“改土”，随着城市园林绿化的发展，营养土的使用逐渐增多，但是仍然较难满足城市园林绿化发展的需求，近年来，一种由人为干预制成并满足植物健康快速生长条件的配生土概念应运而生^[26]。通过对原土、客土、有机无机改良材料及生物菌剂等进行科学配置，在对城市困难立地进行土壤改良的同时，也对土壤污染物质及植物土传病原菌等起到较好的抑制作用，从而达到控制病虫害的目的。

4 总结

随着我国城市化进程的持续推进，利用城市困难立地进行城市园林绿化的需求也日益迫切^[27]；随着规模的增加，城市困难立地园林绿化植物病虫害的发生势必愈加复杂，因此，对病虫害的发生监测工作须放在更加突出位置，尤其需要关注入侵性、爆发性和危险性病虫害的发生。

做好病虫害的预警防控工作，进一步提高绿地质量，维护生态平衡，不仅具有显著的社会效益和生态效益，也具有间接的经济效益。如果监测预警工作不到位，将直接影响病虫害的防控工作，不仅使困难立地新种植植物的健康受到威胁，还可能给城市发展和贸易带来损失。因此，做好病虫害的预警防控工作，保障更多的植物健康生长，是城市困难立地园林绿化植物养护所面临的一项长期任务。■

参考文献

- [1] 张浪, 朱义, 薛建辉, 等. 转型期园林绿化的城市困难立地类型划分研究[J]. 现代城市研究, 2017(9): 114-118.
- [2] 张浪. 谈新时期城市困难立地绿化[J]. 园林, 2018(1): 2-7.
- [3] 张浪. 城市困难立地概念及其分类辨析[J]. 上海建筑科技, 2020(3): 107-109.
- [4] 姜晓卿. 城市困难立地绿化生态改良研究——以无锡市城南世家居住区景观绿化为例[J]. 园林, 2020(5): 64-69.
- [5] 张瑞, 张青萍, 唐健, 张浪. 我国城市绿地生态网络研究现状及发展趋势——基于CiteSpace知识图谱的量化分析[J]. 现代城市研究, 2019(10): 2-11.
- [6] 武三安, 张润志. 威胁棉花生产的外来入侵新害虫——扶桑绵粉蚧[J]. 昆虫知识, 2009(1): 163-166.
- [7] 于秀杰, 葛芳. 钻蛀性害虫的危害特点与防治措施[J]. 安徽农业科学, 2016(12): 168-170.
- [8] 吴时英, 徐颖. 城市森林病虫害图鉴(第二版)[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2019.
- [9] 王直诚. 中国天牛图志(上下卷)[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2014.
- [10] 陈培昶, 陆亮, 王铖. 上海地区大规格北美槭树品种及其主要病虫害[J]. 中国森林病虫, 2009(6): 24-26.
- [11] 陈培昶, 李永胜, 李跃忠. 两种星天牛对引种槭树的危害及治理[J]. 植物保护, 2008(4): 158-161.
- [12] 蔡邦华. 中国小蠹和钻蛀性害虫及其分布特性[J]. 陕西林业科技, 1980(1): 1-3.
- [13] Gao L, Li Y, Xu Y, et al. Acanthotomicus sp. (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), a New Destructive Insect Pest of North American Sweetgum Liquidambar styraciflua in China[J]. Journal of Economic Entomology, 2017(10): 1592-1595.
- [14] 高磊, 王建国, 王章训, 等. 危险性害虫枫香刺小蠹的形态特征及发生现状[J]. 林业科学, 2020(3): 193-198.
- [15] 范黎. 对食性分类的商榷[J]. 应用昆虫学报, 1979(1): 48.
- [16] 丁新天, 胡惜丽, 周文彬, 等. 茶园刺吸类害虫发生特点及防治对策[J]. 植保技术与推广, 2003(3): 19-21.
- [17] 戚佩坤. 关于由非侵染性病害演变为侵染性病害的病原[J]. 植物病理学报, 1995(3): 197-198.
- [18] 王树桐, 王亚南, 曹克强. 近年我国重要苹果病害发生概况及研究进展[J]. 植物保护, 2018(5): 13-25.
- [19] 石力匀, 王政, 李明霞, 等. 切花月季生理病害及相关性状分子研究进展[J]. 河南农业科学, 2018(10): 7-12.
- [20] 刘树生. 害虫综合治理面临的机遇、挑战和对策[J]. 植物保护, 2000(4): 35.
- [21] 程义华, 孟幼青. 基层植物检疫部门防治有害生物措施[J]. 植物检疫, 2006(1): 52.
- [22] 李跃忠, 戴咏梅, 朱春刚, 等. 绿化植物植保技术规范(DB/TJ 08-35-2014)[S]. 上海: 上海市城乡建设和管理委员会, 2014.
- [23] 谌有光, 沈宝成. 梨树病虫害防治[M]. 西安: 陕西科学技术出版社出版, 1999.
- [24] 王红军, 陈妍. 农药安全使用规范[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2015.
- [25] 孟宪佐. 我国昆虫信息素研究与应用的进展[J]. 应用昆虫学报, 2000, (2): 75-84.
- [26] 张浪, 韩继刚, 伍海兵, 等. 关于园林绿化快速成景配生土的思考[J]. 土壤通报, 2017(5): 1264-1267.
- [27] 刘杰, 张浪, 季益文, 张青萍. 基于分形模型的城市绿地系统时空进化分析——以上海市中心城区为例[J]. 现代城市研究, 2019(10): 12-19.