



天敌捕食螨资源调查、鉴定及保存方法

李冰艳^{1,2}, 王恩东^{1,2}, 徐学农^{1,2*}, 张博^{1,2*}

1. 中国农业科学院植物保护研究所, 北京 100193; 2. 农业农村部天敌等昆虫资源野外科学观测研究数据中心, 北京 100193

摘要: 捕食螨可以捕食多种小型害虫和害螨, 在农业生态系统和害虫生物防治过程中发挥了重要作用。在化学农药减量背景下, 其资源开发与保护尤为重要。本文通过整理目前通用的捕食螨资源的分布、调查、鉴定及保存方法, 探讨了捕食螨大数据研究现状与挑战, 如传统鉴定方法的局限性、区域性覆盖不足及数据整合滞后等问题。随着分子技术、深度学习及 AI 智能技术的发展, 未来可通过多技术融合驱动的资源开发、生态保护与可持续利用以及标准化与规范化建设, 加强对捕食螨资源的调查与开发, 以推动捕食螨在绿色农业中的应用。

关键词: 植绥螨; 分布范围; 种类鉴定; 资源开发; 保护技术

1 引言

捕食螨是一类以小型害虫（如叶螨、粉虱）或其他小型节肢动物为食的螨类, 隶属蜱螨亚纲（Acari）^[1]。其身体结构独特, 通常具有微小的体型。捕食螨主要捕食害螨、害虫等, 捕食时伸出螯肢捉住猎物并在表皮形成伤口, 涎针并入涎针槽, 口下板刺入伤口吸取猎物体液^[2], 能够有效降低猎物种群密度, 减少其对植物的危害, 在农业生态系统中扮演着至关重要的角色。

目前, 在生物防治中, 国内外开发研究种类最多、应用最为广泛的为植绥螨科捕食螨^[3-4], 其体型微小、行动敏捷, 多在作物叶面活动, 以害螨、蓟马、粉虱等为食, 如智利小植绥螨（*Phytoseiulus persimilis*）、加州新小绥螨（*Neoseiulus californicus*）、巴氏新小绥螨（*Neoseiulus barkeri*）、东方钝绥螨（*Amblyseius orientalis*）等^[4-5]。智利小植绥螨对二斑叶螨有很好的捕食作用, 是商品化最早的天敌, 也是我国第一个引入的植绥螨类^[6]; 加州新小绥螨在防治草莓、蓝莓、花卉及果树上的叶螨表现出色, 适应性较广^[7]。厉螨是除植绥螨外, 商品化程度较高的捕食螨类群。目前在我国应用最广泛的种类是剑毛帕厉螨, 主要生活于

土壤表层, 可捕食蓟马（老熟若虫和蛹）、韭菜迟眼蕈蚊（卵和初孵幼虫）、线虫等^[8-9]。肉食螨科捕食螨主要以粉螨及谷盗等的卵为食, 常被用于控制储粮害螨害虫^[10-11]。此外, 少数捕食螨在生活史的早期具有寄生性, 例如, 绒螨及大赤螨的幼螨为寄生性, 可寄生蚜虫等多种昆虫, 它们的若螨和成螨则是捕食性的^[12]。

在当前化学农药减量的大背景下, 捕食螨资源的开发、保护与可持续利用具有深远的战略意义^[13], 国内外已开展了多项捕食螨资源调查工作。我国 20 世纪 50 年代后期起, 特别是 80 至 90 年代, 开展了一些区域性生物资源及植（作）物上的天敌资源的调查工作。主要观测采样点多集中于农业主产区（如华北平原、长江中下游），对生态脆弱区（如高原）及跨境区域调查有限, 因此调查研究多集中于特定经济作物、农田或特殊地理区域, 作物如橡胶园^[14-16]、枣园^[17]、柑橘园^[18-21]、茶园^[22]、药用植物^[23]、香蕉^[24]等, 地理区域如江苏、新疆、云南、广西、甘肃等^[25-29]。2017 年农业农村部启动的基础性长期性工作, 为全面系统性推动天敌包括捕食螨等资源的本底调查奠定了更加坚实的基础（<http://www.ippcaas.cn/kjyz/118189.htm>）。国外捕食螨资源调查区域较为广泛, 覆盖南美、非洲

收稿日期: 2026-05-20; 录用日期: 2026-07-15

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项（Y2026JC02）。

联系方式: 李冰艳, E-mail: libingyan@caas.cn. 通信作者张博, E-mail: zhangbo05@caas.cn; 徐学农 E-mail: xuxuenong@caas.cn.

及欧洲等地区,涉及果园、经济作物、自然植被及城市绿地等多种生态系统^[30-34],研究提供了详细的图鉴和描述,并兼顾系统分类与生态调查^[32,35]。总体而言,无论国内外,其资源调查走过这样几个阶段:早期(20世纪90年代前)着重于物种的发现,此后,针对特定的区域、植物、有害生物,再到某一生态系统(如岛屿、森林、雨林等)资源及互作关系。这些调查均表明捕食螨物种多样性高,揭示了捕食螨群落的地域差异与生态功能;分类与系统发育研究并行,为生物防治和农业生态系统的可持续发展提供了种质基础。

综上,国内外在捕食螨资源调查研究方面已取得了一定成果,但也面临着诸多挑战。一方面,捕食螨的种类繁多且体型微小,仅凭形态参数可能不足以正确识别物种^[36]。在生态学方面,捕食螨群落组成受多种因素影响,如气候条件、植被类型、猎物资源、地理隔离等,这些因素相关数据不足会限制对其生态功能的深入理解和合理利用^[13,37]。此外,捕食螨的区域性分布差异较大,现有研究多局限于特定区域、作物或生境类型,因此对于捕食螨资源的空间分布格局、群落组成变化及其驱动机制仍缺乏系统认识,这在一定程度上限制了捕食螨资源的开发利用和精准保护;且目前缺乏统一标准与共享机制,各地数据甚至新种模式标本分散于独立平台,标本及数据的整合和共享面临诸多困难,进而影响了捕食螨资源的精准开发和有效保护。本文旨在对国内外的捕食螨资源、鉴定及保存方法等进行梳理和总结,提升数据资源的优化配置,为捕食螨研究、开发利用等提供支撑与保障,提高捕食螨资源研究和应用的整体效率和水平。

2 国内外捕食螨资源数据记录比较

2.1 数据来源

依托中国知网数据库及 Web of Science 网站资源,以“predatory mite”+“Species and distribution”“捕食螨多样性”或“捕食螨的种类及分布”或“捕食螨资源调查”为主题进行文献检索,共收集到 727 篇(本)植绥螨分类及资源调查等相关论文及著作。

对上述搜索到的文献进行分析,主要以捕食螨资源记录、区系调查、新种/新记录、地方种类名录和属级修订为核心。其中,调查区域涵盖中国的有 183 篇,包括研究论文 131 篇、分类修订/系统综述 23 篇、综述/汇编/专著 14 篇、目录/清单/数据库 14 篇、学位论

文 1 篇。研究以省域调查为主,包括果园系统、茶园系统、山区自然保护区和多寄主植被资源调查等,覆盖了吉林、辽宁、内蒙古、青海、甘肃、宁夏、山东、山西、河南、江西、江苏、浙江、湖北、湖南、福建、广东、广西、贵州、四川、云南、海南、西藏等地;国内捕食螨数据主要来源于各地科研院所和农业高校的实地调查研究,数据获取手段以人工采样和实验室鉴定为主。而且,国内研究中针对害螨的文献有 169 篇,占 92.3%,表明国内捕食螨资源调查与农业害螨治理需求高度相关。

国外捕食螨资源类文献中,单国或地区调查为 470 篇,区域性或全球性为 37 篇;其中,研究论文 295 篇,综述/汇编 108 篇,目录/清单/数据库 55 篇,分类修订/综述 45 篇,学位论文 4 篇。研究同样以资源调查、区系记录、新种描述及检索修订为主,包括区域调查、分类学协作、标本收藏体系等。除此之外,还包括部分与生物防治、饲养和害虫治理相关的研究。调查区域覆盖了巴西、印度、美国、伊朗、日本、土耳其、巴基斯坦、澳大利亚、埃及、俄罗斯、菲律宾等国家;研究除了南极洲以外的 6 大洲至少 60%以上的国家对 70–80 种重要农林作物(植物)如柑橘、苹果、葡萄、辣椒、茄子等以及农林生态系统包括热带雨林、岛屿等都进行较为系统的调查。

此外,不同国家或地区在捕食螨资源调查的基础上逐步构建了相关数据库,推动了捕食螨资源信息由传统文献记录向标准化、数字化和开放共享方向发展。我国建立了植绥螨科数据库(<http://museum.ioz.ac.cn/index.html>)共记录 142 种,主要提供物种形态图、分类、名称和分布等基础信息。Stålstedt 等(2019)对北欧地区(包括挪威、瑞典和芬兰)陆生寄殖螨前气目亚目的物种多样性进行了调查和更新,共发表了 107 种寄殖螨物种,包括 19 种区域新记录物种和 5 个新种,且收集的样本记录了发育阶段、微生境、地理、海拔等信息,相关数据记录发表于 GBIF (Global Biodiversity Information Facility) 数据库^[38]。此外,巴西整合了全球植绥螨科物种的分类和分布信息,共收录 2700 种已命名物种信息,并按照属、亚科和国家分布等维度进行整理(<http://www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae>),为植绥螨科物种多样性、地理分布格局和生物防治资源筛选提供了重要基础^[39]。总体来看,国内数据库目前更侧重于物种名录和分类信息汇总,还需进一步加强标本信息、采集记

录、生态因子和分布数据等的标准化录入，建立可持续更新、可检索、可共享的捕食螨资源数据库，为天敌资源保护、优势种筛选和绿色防控应用提供更加系统的数据基础。

2.2 捕食螨资源分布

国外植绥螨的分布呈现出丰富的多样性。在热带地区，如南美洲的亚马逊雨林地区，高温多雨的气候条件和复杂的生态系统孕育了众多独特的捕食螨种类，如 *Iphiseiodes zuluagai* 为热带腰果果园中常见的优势植绥螨，*Euseius kenya* 为肯尼亚高地咖啡生态系统中特有优势种，*Typhlodromus nairobiensis* 首次在肯尼亚首都内罗毕周边的半湿润高地带（海拔约 1700 米）被发现并命名，全球商品化应用最广的智利小植绥螨起源于地中海气候区、南美洲部分地区以及撒哈拉以南非洲的高地^[30-31,35]。而在欧洲的一些农业发达地区，如法国、荷兰等国，经过长期的农业活动影响，形成了适应当地农耕环境的捕食螨种群，其分布与当地的农作物种植结构和农业生态系统紧密相关^[32-34]，反映了不同地理区域生态环境和农业活动对捕食螨资源分布的塑造作用。

我国地域辽阔，植绥螨资源分布广泛，受地理环境、气候条件和农业种植结构等多种因素影响，不同地区呈现出显著的区域差异^[40-44]。例如，在南方湿润的热带及亚热带地区，如海南、云南、两广等地，丰富的植被和温暖湿润的气候为捕食螨提供了良好的生存条件，种类和数量均较为丰富，如分别在海南橡胶园、重庆橘园、茶园等经济作物上通过实地或资料调查发现邻近钱绥螨、普通真绥螨、海南钝绥螨、卵圆真绥螨、津川钝绥螨、草栖钝绥螨、真桑钝绥螨、尼氏真绥螨、江原钝绥螨、胡瓜钝绥螨、拟长毛钝绥螨、冲绳钝绥螨、圆果大赤螨等为潜在的优势捕食螨，为后续开发可应用于不同作物生物防治提供了本底捕食螨资源信息^[16,18,21-22]。而在北方干旱或半干旱地区，由于气候相对干燥，植被类型和覆盖度有所不同，捕食螨的种类组成则以适应干旱或半干旱环境的种类为主，优势或潜在优势种主要包括有益真绥螨、芬兰真绥螨、苏氏副绥伦螨、双尾新小绥螨及部分盲走螨类等^[26,29]。南北方捕食螨优势种组成存在明显差异。

截至 2024 年 12 月，植绥螨科共记录 3 个亚科 106 个属 2985 种（<http://www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae/>），其中 2707 种有效种^[45]。我国本土植绥螨资源记录有 23 属 345 种（附表 1）。主要分布在

盲走螨属（93 种）、新小绥螨属（59 种）、钝绥螨属（52 种）、植绥螨属（34 种）和真绥螨属（30 种），这 5 个属的种占中国植绥螨科所有种的近 78%，其他 18 个属仅占五分之一，有一半以上的属（13 个）的种类少于 5 个种。我国动物分布区系在古北区与东洋区。从分布情况来看，东洋区分布着更多的植绥螨属与种，在 23 个属中仅 1 个属即副绥伦螨属尚未发现（未计入东洋区与古北区的过渡区域的四省），其 262 个物种数量占中国植绥螨种的 76%；而古北区仅有 14 个属 130 种，种数只占 37.8%；东洋区与古北区过渡区域，主要包括江苏省、安徽省、河南省及陕西省，四省共有 11 个属 44 种。仅有 90% 以上的省、直辖市及自治区至少都有一个本地特有种（指仅限存在于一省、自治区或直辖市），总体趋势越往中国地理区域的中心走，本地特有种越少。而越向地理区域的外围本地种越多，如东洋区里台湾、云南、海南、广东、福建本地种最多，都在 10 种以上，尤其是台湾，在 67 种植绥螨中有近一半为本地种；古北区以西藏与辽宁本地种较多，西藏 18 个种中 16 种为本地种，而吉林的 23 种中也有 10 种为本地种，其他省（市、自治区）等本地种均在 5 种以下；在古北区及东洋区过渡区域的四个省份里，本地种仅有 2 种，即盲走螨属的侧柏盲走螨与西安盲走螨，明显少于其他区域（附表 2-附表 4）。

3 捕食螨的调查方法

3.1 调查区域和时间

捕食螨调查应结合地理分布格局与季节动态特征进行，北方重点记录春季越冬后恢复期、夏初及秋季种群高峰期、盛夏及冬季衰退期。如苹果主产区的渤海湾、黄土高原、西北高原和黄淮平原四大产区，在各区域内选择代表性果园或生态样地进行系统采样；在时间上应覆盖全年。南方重点记录旱季、雨季及旱雨季转换期捕食螨的周年动态，尤其应覆盖高温少雨导致害螨暴发的时期、降雨后种群回落或恢复时期，以及春梢、夏梢、秋梢、开花坐果、果实膨大和采收前后等作物物候阶段。如在柑橘、茶树、橡胶等南方多年生作物生态系统中，应在代表性产区选择不同管理方式的果园、茶园或胶园，系统记录捕食螨在树冠上、中、下层，叶正面与叶背，嫩梢、老叶、果实，以及园内杂草、间作植物、地表凋落层和周边自然植被中的分布。

目标植物及其伴生植物可以为捕食螨提供适宜的栖息环境。调查时应兼顾主栽作物的不同部位（叶片、果实、嫩梢等）或不同冠层，并同步采集果园间作植物、杂草带及林缘植被中的捕食螨样本。不同管理模式（如有机果园与常规果园）对捕食螨种群分布和动态会有影响，对应的农艺措施等也要详细记录。

此外，捕食螨的发生与其靶标猎物密切相关。调查中应记录害螨（如叶螨、跗线螨、瘿螨等）或害虫（如蓟马、粉虱、木虱等）的密度及发生期，分析捕食螨与猎物种类及数量的互作关系。必要时可结合分子检测技术（如肠道内容物 DNA 分析），明确捕食螨的实际猎物谱及捕食喜好性。

资源调查的核心内容为记录捕食螨种类、分布及其微生境偏好。通过实地考察、样本采集和鉴定分析，详细记录不同地区、不同生态环境中捕食螨的种类组成，绘制种类分布地图，明确其地理分布范围。同时，观察和记录捕食螨在不同微生境中出现的频率和数量，如在作物的不同部位（植物组织器官、叶片正背面、冠层等）、不同土壤层次或不同植被类型中的分布情况；统计数量时若捕食螨样本位于样方边缘，其统计规则为“计上不计下，计左不计右”。深入了解捕食螨微生境偏好，可为合理利用和保护捕食螨资源提供基础数据。同时，可结合 GPS 定位技术，精确记录每个采样点的地理坐标，确保数据的准确性和可追溯性；可利用高清显微摄影技术保存捕食螨的形态特征及生态影像，为后续的形态鉴定、物种描述和生态研究提供直观的图像资料，丰富捕食螨资源数据库。

3.2 捕食螨采集方式

3.2.1 振落法

在一些低矮及叶片狭窄的植物上活动的捕食螨，多可采用振落法进行收集。在植株的侧下方以一收集盘承接，用手或拍杆快速多次拍击植物，可收集到从植株上振落的大多数捕食螨。观察盘中的捕食螨，可用毛笔或辅以吸尘器收集，将捕食螨直接挑入含有无水乙醇的收集管中^[46]。

3.2.2 直接采样法

对于果树、林木等阔叶植物，采集时可以用肉眼或者辅以放大镜的方式仔细观察叶片正反面，一般情况下捕食螨行动迅速，易于区分，可以特别留意捕食螨喜栖息的叶背主脉两侧及叶脉分叉处。发

现捕食螨后，可用 00 号毛笔尖蘸少量酒精，直接粘挑螨放入盛有酒精的小指管中；也可直接采集有螨的植物叶片或枝条样本，置于密封袋或塑料盒中保存，带回实验室后通过体视显微镜检查捕食螨^[46]。置于密封袋或塑料采集盒中的植物样本应注意避免高温暴晒，否则极易导致捕食螨死亡；采集的带螨植物样品可置于 4℃ 冰箱低温保存，尽可能在 48 小时内完成镜检。也可将植物组织浸泡于无水乙醇中，洗脱附着植物上的捕食螨。

3.2.3 布氏漏斗法

对于土壤、苔藓、腐殖质或枯枝落叶等地表上的捕食螨，可利用布氏漏斗进行分离后收集^[46-47]。布氏漏斗的上部为热源，注意热源与土壤样本之间保持适当的距离；中间为金属筛网，分离捕食螨时一般采用 20-40 目的筛网；漏斗下方为收集装置，通常为一个直径 15 cm 的培养皿。收集活体时，培养皿内置一块稍小的海绵，海绵上依次铺放滤纸和黑色塑料膜，为防止落在塑料膜上的捕食螨逃逸，在培养皿中加肥皂水以在培养皿壁及海绵间形成隔离带。不需要收集活体时，可在培养皿中直接倒入皿深约 1/3-1/4 的无水乙醇。

标本记录：标本采集时，需要做好标本信息记录，包括采集人、时间、地点（行政区划地点、经纬度、海拔）、采自何种植物（包括植物照片）、何种环境（如农田、菜地、果园、森林等）及生态照片等。

在样本收集过程中，需要根据螨类栖息环境的差异采用不同的方法进行样本收集，收集时需尽可能减少对捕食螨的机械损伤，以保证后续形态及分子鉴定的准确性。综合“空间-时间-生境-猎物”四个维度的系统调查，不仅有助于准确评估捕食螨资源分布格局与多样性特征，也为建立区域性天敌资源数据库和制定生态防治策略提供科学依据。

3.3 长期监测

设置固定采样点，按作物生长周期定期调查（如每周一次或每两周一次），严格按照统一的采样方法和操作规程进行捕食螨样本的采集，确保数据的稳定性和可比性。根据研究区域的特点和采样需求，采样方法可选用五点取样法、等距取样法等。五点取样法是在整个研究区域中按梅花形取 5 个样方，要求每个样方的长和宽一致（如 1×1 米的正方形样方），通常群落组成越复杂，调查所需的样方最小面积也越大；而当调查的总体区域为长方形时，采

用等距取样法,先将调查区域分成若干等份,由抽样比率决定取样的距离或间隔,然后按这一相等的距离或间隔抽取样方。

确定样方后,通过系统取样等方法对田间捕食螨的单位面积密度、性别比例、发育阶段等种群参数进行监测,从而量化捕食螨田间种群的特征。调查时,在不同生境或作物生长期设置固定采样点,定期采集叶片、枝条或地表样品,并结合显微镜鉴定统计各虫态数量。其中,单位面积密度反映了捕食螨在特定区域内的数量多少,性别比例揭示了种群的性别结构,发育阶段比例体现了种群年龄结构状况。通过对这些参数的定期监测和分析,可深入了解捕食螨种群的动态变化规律,评估其在生态系统中的稳定性和控制害虫的潜力。

此外,可以结合害虫种群数据、气候条件、作物种类、农事操作(如农药使用频次、兼作套作)等因素,评估捕食效能。通过分析捕食螨种群动态与害虫种群数量之间的相关性,明确捕食螨对害虫的控制作用^[20,48];气候因素(如温度、湿度、降雨量等)对捕食螨活动和繁殖的影响,预测其在不同季节和气候条件下的种群变化趋势^[49-50];分析作物种类和农事操作对捕食螨生存环境的改变,优化农业管理措施,提高捕食螨的生物防治效果^[51]。

4 捕食螨的鉴定方法

4.1 形态学鉴定

捕食螨体型微小,须制作玻片标本借助显微镜进行形态观察。玻片标本参照吕佳乐等在《常见捕食螨识别与资源采集》一书中描述的螨类玻片制作的标准方法制作^[46],分别用70%、80%、90%和100%的酒精对捕食螨标本进行梯度脱水处理,然后在载玻片中间滴入一滴霍氏封固剂,取一头脱水后的捕食螨置于封固剂中央,在显微镜下调整姿态使得捕食螨背面朝上,盖上盖玻片并在酒精灯上烤片以减少气泡并使标本透明,最后用记号笔在载玻片背面圈出捕食螨的位置以便后续观察。如植绥螨,背板刚毛的多少、形态、长度,胸板长宽比及前后缘形态,腹肛板的形态、刚毛数及位置,气门沟伸达的位置,螯肢动趾及定趾齿数,受精囊的形态,足后板块数,足IV巨毛数、长度及形态等都是形态学分类的重要参数。

4.2 分子生物学辅助技术

4.2.1 线粒体基因组测序

通过形态确定初步明确捕食螨所属的物种范围,然后提取捕食螨的DNA,采用线粒体细胞色素氧化酶亚基I(COI)、16sRNA、ITS-2等基因的通用PCR引物,序列扩增后进行Sanger测序,将测序获得的序列与NCBI(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>)、BOLD(<http://www.boldsystems.org>)等数据库的序列进行比对来辅助鉴定捕食螨种类。截止到2026年6月3日,NCBI数据库中共有植绥螨科物种COI序列2052条、ITS-2序列55条;BOLD中有5174条植绥螨科线粒体barcode序列,涵盖了326种([https://portal.boldsystems.org/result_query=Phytoseiidae\[tax\]](https://portal.boldsystems.org/result_query=Phytoseiidae[tax]))。这种方法能有效解决近缘种鉴定难题、弥补形态学鉴定盲区^[52]。例如,对一些形态极为相似的捕食螨近缘种,COI基因序列的差异可能较为明显,通过比对序列数据库,可快速准确鉴定,尤其适用于难以通过形态特征区分的幼螨或受损样本的鉴定^[53]。

4.2.2 高通量测序

混合样本中物种可通过高通量测序(metabarcoding)进行快速筛查^[54-56]。当面对大量复杂的样本,如土壤样本中包含多种节肢动物时,高通量测序技术能够同时对大量DNA片段进行测序,快速获取其中捕食螨的物种信息,极大提高了鉴定效率,有助于全面了解样本中捕食螨的组成和多样性,尤其在大规模生态调查和环境监测中具有重要应用价值。

4.2.3 分子标记技术

近缘种形态差异微小,增加了鉴定的难度。在一些地区,由于特殊的地理环境和生态条件,捕食螨可能产生地理变异,导致其形态特征与已知种类存在细微差异,可以结合分子标记辅助区分^[36]。利用特定分子标记技术,如线粒体基因组、微卫星标记(SSRs)、随机扩增多态性DNA标记(RAPD)、单核苷酸多态性位点(SNPs)等,对这些地域性近缘种的DNA进行分析,通过比较其DNA图谱的差异,准确鉴定其种类,为深入研究捕食螨的地理分布、生态适应性以及生物多样性提供可靠依据^[57-59]。

5 捕食螨标本和资源的保存

5.1 标本保存

标本保存时,必须有标本完备的采集信息,包括采集地点、经纬度、采集人、采集日期、采集植物或基质等。

玻片标本:玻片标本要制作成永久玻片,需进一

步在盖玻片周围涂上透明指甲油或加拿大胶,防止受潮及病菌对标本的侵染^[46]。

酒精浸制标本: 双层酒精法。首先用 70%乙醇轻轻漂洗,去除杂质;将收集到的样本置于 95%乙醇中固定(约 30 分钟至 1 小时),使组织脱水防止腐败;选择干净透明的小管加满 100%无水乙醇,用细毛笔挑入标本;用铅笔在纸质标签上注明采集信息,同样置于透明小管中;密封后,将小管置于广口瓶中,同样加满 100%无水乙醇用于长期标本保存。标本应该存放于避光、低温处(最好 10–15 °C)。每 6–12 个月检查一次液位,必要时补加酒精;若发现液体浑浊或颜色变化,应更换新酒精。

玻片标本可保存捕食螨的分类特征,便于形态复核。当对捕食螨的种类鉴定存在疑问或需要进一步确认时,玻片标本可作为重要的参考依据,进行形态复核,确保分类鉴定的准确性。而酒精浸制标本则适用于长期保存。将捕食螨浸泡在无水乙醇中,可在-80°C 低温存储条件下,有效保存 DNA 等遗传物质,为后续基因研究、分子鉴定以及遗传多样性分析等提供宝贵的样本资源,确保捕食螨的遗传信息得以长期留存。

5.2 室内活体资源保存

针对重要生防捕食螨,建立可持续种群库是活体资源维持的重要手段。野外采集后,将不同地理来源或不同寄主植物来源的种群分别编号建系,避免混养。每个种群应尽量由一定数量的雌成螨或若螨建立基础群体,并保留玻片标本和分子鉴定样品,作为后续复核依据。在室内,模拟捕食螨的自然生存条件,为其提供适宜的温度、湿度、食物等,使其能够持续繁殖和生长。对于室内建立的种群,定期记录存活率、产卵量、发育历期、捕食量等生物学特征。通过定期的继代饲养,可保持捕食螨种群的活力和遗传稳定性;或利用低温休眠技术,将捕食螨置于低温环境中,延长活体保种周期,为生物防治研究和实际应用提供稳定的活体资源。

5.3 室外活体资源就地保护

保护农田生境多样性(如间作、植被缓冲带),维持捕食螨自然种群。通过合理的农业种植模式,如间作套种不同作物,增加农田植被的复杂性和多样性,为捕食螨提供更多的栖息地和食物来源。同时,设置植被缓冲带减少农田与周边自然生境之间的生态隔离,促进捕食螨在农田生态系统中的自然迁徙和扩散,有利于维持捕食螨自然种群的稳定和

可持续发展。例如,果园生草可为捕食螨提供大量的花粉等补充食物和桥梁宿主;或利用其他物理措施保护捕食螨,如采用棉絮、麦颖、塑料膜等材料包扎苹果树枝干,在幼树树冠下地表盖草压土等措施,使捕食螨成功越冬^[3]。大多捕食螨对化学农药都较为敏感,在捕食螨保护与利用过程中,优先选用经安全性评价的选择性或低风险药剂,避免使用对当地优势捕食螨高毒、残留期长的广谱性药剂,并通过错峰施药、减少施药次数和局部施药等措施降低对捕食螨的影响^[60–61]。

6 捕食螨资源数据标准化处理

随着捕食螨资源调查研究的不断深入,国内外已积累了大量物种记录、标本信息、分布信息等数据。但由于不同研究团队采用的调查方法、数据记录格式和分类标准存在差异,资源数据分散、格式不一,难以进行跨区域、跨平台的数据整合和共享,从而限制了捕食螨资源信息的深度挖掘和高效利用。因此,建立统一规范的捕食螨资源数据标准体系和共享机制,对于推动捕食螨资源数字化管理、促进资源高效利用以及支撑农业绿色防控技术发展具有重要意义。

6.1 捕食螨资源数据标准化体系

捕食螨资源数据不仅包括物种名称、采集人、采集地点和采集时间等基础信息,还涉及寄主植物、猎物种类、生境特征、地理环境以及分子序列等多维度信息,因此亟需建立系统化的数据标准体系。参考全球生物多样性信息网络(Global Biodiversity Information Facility, GBIF)和 Darwin Core (DwC)生物多样性数据标准,可将捕食螨资源数据划分为标本信息、分类信息、生态信息、地理信息和分子信息等模块。其中,标本信息主要包括标本编号、采集时间、采集人员及保藏单位;分类信息包括科、属、种名称及鉴定依据;生态信息包括寄主植物、猎物种类、生境类型和种群动态数据(包括种群丰度、种群结构、季节消长规律等)等;地理信息包括经纬度、海拔及行政区划;分子信息则包括 DNA 条形码、基因序列编号及数据库登录号等内容。此外,采用统一的数据字段和编码规则,有助于提高数据的一致性,为后续资源评价和生态分析提供可靠的数据基础。

6.2 捕食螨资源数据质量控制

由于捕食螨种类繁多、分类鉴定难度较大,不

同研究者之间可能存在鉴定结果差异，在数据录入过程中也容易出现缺失、重复记录和坐标信息有误等问题。因此，应建立全过程质量控制体系。在资源调查阶段，规范采样方法、记录格式和地理信息采集方式，确保原始数据的准确性和完整性；在分类鉴定阶段，结合形态学和分子生物学证据开展鉴定，特别是建立专家复核环节，确保数据准确性；在数据库建设阶段，对重复记录、异常坐标和缺失信息进行筛查和校验，对错漏信息进行修正和补充。同时，还需建立数据更新和管理制度，实现资源数据的动态维护和持续更新，从而保证数据库数据的真实性和可靠性。

6.3 捕食螨资源数据的分析与应用

随着地理信息系统（GIS）、遥感技术、机器学习以及人工智能等技术的发展，捕食螨资源研究也需向自动化和智能化进行转变。在构建标准化资源数据库的基础上，可进一步结合大数据开展捕食螨物种的多样性评价、群落结构分析、生态位模拟及空间分布预测等研究。例如，利用GIS和生态位模型可预测捕食螨潜在适生区及其对气候变化的响应；通过群落生态学分析可揭示不同环境条件下捕食螨群落组成特征及其驱动机制；利用机器学习算法可构建资源分布预测模型和生物防治潜力评价模型，为优势种筛选和区域化利用提供决策依据。

7 展望

捕食螨是一类重要的生物防治天敌，对于小型吸汁性有害生物的防控发挥着重要作用。然而，由于缺乏系统性的调查和受专业训练的形态学分类人才，捕食螨的种类鉴定、时空动态及分布规律、优势种的挖掘方面都受到限制。针对以上问题，在此提出一些建议。

7.1 制定捕食螨资源调查技术规范

统一采样方法、数据收集内容及记录格式，除记录采集人、时间、地点等基本信息外，还需记录寄主植物、伴生害螨或其他小型节肢动物、农药使用和栖境管理方式等生态信息；建立分区域、分作物、分生境和分季节的捕食螨资源调查体系。通过规范化调查，可获得捕食螨物种组成、优势种、季节动态、栖境偏好及其与猎物和管理措施关系等基础数据，为后续资源保护和利用提供可比较、可复核的数据支撑。

7.2 制定物种鉴定和描述规范

统一形态鉴定与分子鉴定的技术流程、形态特征描述的具体特征内容及描述规范。在传统分类基础上，明确捕食螨形态描述的关键特征和测量标准，包括背板、腹板、气门沟、螯肢、受精囊、足部巨毛及各背毛长度等主要鉴别性状，并规范玻片制作、显微拍摄、性状测量和图像存档方式。同步采集样本分子数据，结合现代分子技术、图像识别技术及大数据模型，实现植绥螨类群及种类的快速识别与鉴定。

7.3 开展自然种群再调查及资源库构建

目前对植绥螨的认知到资源的开发利用已走过了近百年的历史。国内对植绥螨种类及资源调查大多基于20世纪50至60年代后，特别是80至90年代的鼎盛时期，部分地区和作物系统的资料已有较长时间未更新。数十年来，植被、环境、气候、种植制度、植物调运、人类活动等，都可能使得物种的存续及分布发生变化。因此，亟须对历史调查区域进行复查和更新，并对西北、边境地区、山地生态系统、自然保护区及特色作物区等调查不足区域进行补充调查，建立网格化布点和长期固定样点，建立物种自然资源档案，以了解物种的时空变化情况，为进一步保护与利用奠定基础。

7.4 加强对本地资源的筛选和保护利用

捕食螨资源开发不应仅依赖外来商品化种类，而应优先从本地优势种、广适种和特殊生境适应种中筛选具有应用潜力的生防资源并进行开发与保护。

7.5 建立捕食螨国家保藏和共享中心

捕食螨保藏和共享中心包括捕食螨标本库、形态图库及基因数据库，将捕食螨形态数据与DNA barcoding序列严格对应，整合全球分布、基因序列及生态功能数据，并提供多模态数据开放共享平台，推动跨区域、跨学科研究协作，提高资源利用效率，促进捕食螨资源研究的整体发展和应用水平的提升。

8 数据可用性

附表1 中国植绥螨科各属种在东洋区、古北区及两者过渡区的分布情况

附表2 中国东洋区（不含过渡区）植绥螨科各属种的分布情况

附表3 中国古北区（不含过渡区）植绥螨科各属种的分布情况

附表 4 中国东洋区与古北区重叠区主要四省植绥螨科各属种的分布情况

附表地址: <https://www.scidb.cn/s/i6nENz> (DOI: 10.57760/sciencedb.agriculture.00313)。

参考文献

- [1] 徐学农,吕佳乐,王恩东. 捕食螨在中国的研究与应用. 中国植保导刊, 2013, 33(10): 26-34.
Xu X N, Lv J L, Wang E D. Review of research on predatory mites and its applications in China. China Plant Protection, 2013, 33(10): 26-34.
- [2] 孙贝贝,郑书恒,梁铁双,等. 几种常见捕食螨的研究与应用. 农业工程技术, 2020, 40(1): 20-23.
Sun B B, Zheng S H, Liang T S, et al. Research and application of several common predatory mites. Agricultural Engineering Technology, 2020, 40(1): 20-23.
- [3] 武海斌. 果园害虫天敌(五)——捕食螨. 落叶果树, 2018, 50(2): 66.
Wu H B. Natural enemies of orchard pests V——Predatory mites. Deciduous Fruits, 2018, 50(2): 66.
- [4] Knapp M, Van Houten Y, Van Baal E, et al. Use of predatory mites in commercial biocontrol: current status and future prospects. Acarologia, 2018, 58(Suppl.): 72-82.
- [5] Zhang X, Zhang S, Zhu Z, et al. Review of predatory mites as biocontrol agents against thrips in China. Zoosymposia, 2022, 22: 279-281.
- [6] 王恩东,吕佳乐,张博,等. 智利小植绥螨商品化生产与应用. 中国生物防治学报, 2021, 37(4): 651-654.
Wang E D, Lv J L, Zhang B, et al. Commercial production and application of *Phytoseiulus persimilis*. Chinese Journal of Biological Control, 2021, 37(4): 651-654.
- [7] 肖榕,乙天慈,郭建军,等. 加州新小绥螨的研究进展. 应用昆虫学报, 2019, 56(4): 672-677.
Xiao R, Yi T C, Guo J J, et al. Progress in research on *Neoseiulus californicus* (McGregor). Chinese Journal of Applied Entomology, 2019, 56(4): 672-677.
- [8] 韩双,韩冰,赵文路,等. 剑毛帕厉螨对韭菜迟眼蕈蚊的捕食作用. 植物保护, 2018, 44(4): 110-113+143.
Han S, Han B, Zhao W L, et al. Predation of *Bradysia odoriphagaby Stratiolaelaps scimitus*. Plant Protection, 2018, 44(4): 110-113+143.
- [9] 王恩东,明蒙,刘正玲,等. 巴氏新小绥螨和剑毛帕厉螨与球孢白僵菌田间联合应用防治烟草西花蓟马. 中国生物防治学报, 2024, 40(6): 1243-1249.
Wang E D, Ming M, Liu Z L, et al. Field application of the combination of predatory mites *Neoseiulus barkeri* and *Stratiolaelaps scimitus* as well as entomogenous fungus *Beauveria bassiana* to control of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* in the Tobacco Field. Chinese Journal of Biological Control, 2024, 40(6): 1243-1249.
- [10] 伍祎. 马六甲肉食螨防控储粮害虫研究进展. 粮油食品科技, 2023, 31(5): 35-41.
Wu W. The progress on the control of stored grain pests by *Cheyletus malaccensis*. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2023, 31(5): 35-41.
- [11] Cebolla R, Pekár S, Hubert J. Prey range of the predatory mite *Cheyletus malaccensis* (Acari: Cheyletidae) and its efficacy in the control of seven stored-product pests. Biological Control, 2009, 50(1): 1-6.
- [12] Zhang Z. Parasitism of aphids (Homoptera: Aphididae) by larvae of *Allothrombium pulvinum* (Acari: Trombididae): host species selection, host size selection, and superparasitism. Systematic and Applied Acarology, 1996, 1(1): 55-63.
- [13] Tixier M S. Predatory mites (Acari: Phytoseiidae) in agro-ecosystems and conservation biological control: a review and explorative approach for forecasting plant-predatory mite interactions and mite dispersal. Frontiers in Ecology and Evolution, 2018, 6: 192.
- [14] 吴忠华,周明,段波,等. 西双版纳橡胶树主要害螨及优势种螨类天敌种类调查. 热带作物学报, 2014, 35(3): 563-569.
Wu Z H, Zhou M, Duan B, et al. A survey of main mites and natural enemies of the dominant mite on rubber trees in Xishuangbanna. Chinese Journal of Tropical Crops, 2014, 35(3): 563-569.
- [15] 郝慧华,李国寅,崔志富,等. 海南橡胶园捕食螨种类调查及优势种评价. 热带作物学报, 2020, 41(1): 141-147.
Hao H H, Li G Y, Cui Z F, et al. Investigation on predatory mites in rubber trees and evaluation of dominant species of predatory mites in Hainan. Chinese Journal of Tropical Crops, 2020, 41(1): 141-147.
- [16] 聂跃. 橡胶园生境害螨和捕食螨种类及 3 种叶螨的遗传多样性研究[D]. 海南大学, 2022.
Nie Y. The species of phytoseiid and phytophagous mites and the genetic diversity of three major spider mites in rubberplantation[D]. Hainan University, 2022.
- [17] 成玲玉. 新疆枣园害螨、天敌种类调查及天敌的捕食功能反应研究[D]. 新疆农业大学, 2014.
Cheng LY. Study on pest mites and their natural enemies in Xinjiang jujube orchards and predation function response of the dominant

- natural enemies[D]. Xinjiang Agricultural University, 2014.
- [18] 张格成,李继祥. 中国柑桔上的捕食螨种类. 四川果树, 1996(3): 3-4.
- Zhang G C, Li J X. Predatory mite species on citrus in China. Sichuan Fruit Trees, 1996(3): 3-4.
- [19] 贺成龙. 重庆市橘园捕食螨调查及两种捕食螨捕食能力的比较研究[D]. 西南大学, 2012.
- He C L. Investigation and comparisons of predation ability of two predacious acarids in citrus orchards in Chongqing[D]. Southwest University, 2012.
- [20] 宋子伟,郑苑,张宝鑫,等. 三种柑橘品种上捕食螨和柑橘全爪螨种群发生动态调查. 应用昆虫学报, 2022, 59(6): 1436-1446.
- Song Z W, Zheng Y, Zhang B X, et al. Population dynamics of predatory mites and citrus red mites on three different citrus varieties. Chinese Journal of Applied Entomology, 2022, 59(6): 1436-1446.
- [21] 杨博惟,谭皓月,王冕,等. 捕食螨在橘园害螨绿色防控中的应用及展望. 植物医学, 2024, 3(5): 8-17.
- Yang B W, Tan H Y, Wang M, et al. Application and prospect of predatory mites in green control of pest mites in citrus orchards. Plant Health and Medicine, 2024, 3(5): 8-17.
- [22] 张辉,李慧玲,李良德,等. 茶园捕食螨的研究进展. 茶叶学报, 2019, 60(1): 41-49.
- Zhang H, Li H L, Li L D, et al. Predatory mites at tea plantations. Acta Tea Sinica, 2019, 60(1): 41-49.
- [23] 曾涛,蒲天胜,韦德卫. 广西药用植物上捕食螨种类调查报告. 广西植保, 1988(4): 43-45.
- Zeng T, Pu T S, Wei D W. Investigation of predatory mite species on medicinal plants in Guangxi. Guangxi Plant Protection, 1988(4): 43-45.
- [24] 林莉,梁帆,胡学难. 广东地区香蕉螨类资源调查及种群动态研究. 广东农业科学, 2009(12): 98-101.
- Lin L, Liang F, Hu X N. Investigation of mite resources on banana and its population dynamics in Guangdong. Guangdong Agricultural Sciences, 2009(12): 98-101.
- [25] 周爱农,张孝羲. 江苏省果树和蔬菜的捕食螨优势种及其分布. 南京农业大学学报, 1989(3): 94-95.
- Zhou A N, Zhang X Y. Survey of dominant predatory mite species on fruit trees and vegetables in Jiangsu. Journal of Nanjing Agricultural University, 1989(3): 94-95.
- [26] 鲁素玲,王源岷,徐筠. 新疆捕食螨种类调查初报. 石河子农学院学报, 1989(2): 59-64.
- Lu S L, Wang Y M, Xu Y. Preliminary survey report on predatory mite species in Xinjiang. Journal of Shihezi University (Natural Science), 1989(2): 59-64.
- [27] 陈斌,罗佑珍,李正跃,等. 云南省捕食螨种类及分布调查. 环境昆虫学报, 2001(4): 149-157.
- Chen B, Luo Y Z, Li Z Y, et al. Species and distribution of predatory mites in Yunnan. Journal of Environmental Entomology, 2001(4): 149-157.
- [28] 李德伟,蒋学建,赵程劫. 玉林市受松突圆蚧危害松树的捕食性螨类调查. 安徽农业科学, 2011, 39(29): 17918-17919.
- Li D W, Jiang X J, Zhao C J. Species investigation of predacious mites on pines damaged by *Hemiberlesia pitysophila* Takagi in Yulin city. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2011, 39(29): 17918-17919.
- [29] 张亚玲. 甘肃省捕食螨资源调查及有益真绥螨个体发育形态学研究[D]. 甘肃农业大学, 2012.
- Zhang Y L. An investigation of predatory mites in Gansu province and ontogenetic study on *Euseius utilis* Liang et Ke[D]. Gansu Agricultural University, 2012.
- [30] Mendes J A, Lima D B, Monteiro N V, et al. Phytoseiid mites in cashew trees: diversity and seasonality. International Journal of Acarology, 2021, 47(4): 339-345.
- [31] El Banhawey E M, Knapp M. Distribution of the predacious phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) in the different geographical zones of Kenya: species diversity and abundance of mites. Systematic and Applied Acarology, 2009, 14(3): 182-190.
- [32] Miedema E. Survey of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) in orchards and surrounding vegetation of northwestern Europe, especially in the Netherlands. Keys, descriptions and figures. Netherlands Journal of Plant Pathology, 1987, 93(Suppl.2): 1-63.
- [33] Vierbergen G B, Loomans A J M. Phytoseiidae in Dutch green space. Proceedings of the Netherlands Entomological Society Meeting, 2009, 20: 45-53.
- [34] Tixier M S, Douin M, Kreiter S. Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) on plants of the family Solanaceae: results of a survey in the south of France and a review of world biodiversity. Experimental and Applied Acarology, 2020, 81(3): 357-388.
- [35] Takahashi F, And Chant D A. Phylogenetic relationships in the genus *Phytoseiulus* Evans (Acari: Phytoseiidae). I. Geographic distribution. International Journal of Acarology, 1993, 19(1): 15-22.
- [36] Lima D B, Rezende-Puker D, Mendonça R S, et al. Molecular and morphological characterization of the predatory mite *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae): surprising similarity between an

- Asian and American populations. *Experimental and Applied Acarology*, 2018, 76(3): 287-310.
- [37] Antunes T J, Lopes E R N, Nuvoloni F M. Effect of latitudinal gradient on plant mite communities: disentangling the role of environmental and spatial processes on predators and phytophagous mites. *Acta Oecologica*, 2025, 129: 104133.
- [38] Stålstedt J, Laydanowicz J, Lehtinen P T, et al. Checklist of terrestrial Parasitengona mites in Fennoscandia with new species- and distribution records (Acariformes: Prostigmata). *Biodiversity Data Journal*, 2019, 7: e36094.
- [39] Demite P R, McMurtry J A, Moraes G J D. Phytoseiidae database: a website for taxonomic and distributional information on phytoseiid mites (Acari). *Zootaxa*, 2014, 3795(5): 571-577.
- [40] 吴伟南,方小端. 植绥螨系统学及其对有害生物的治理[M]. 广东: 广东科技出版社, 2021.
- Wu W N, Fang X D. Phytoseiidae systematics and management of pests[M]. Guangdong: Guangdong Science and Technology Press, 2021.
- [41] 吴伟南,欧剑峰,黄静玲. 中国动物志 无脊椎动物 第四十七卷 蜱螨亚纲 植绥螨科[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- Wu W N, Ou J F, Huang J L. Fauna Sinica, Invertebrates, vol. 47, Acari, Phytoseiidae[M]. Beijing: Science China Press, 2009.
- [42] 李洞洞,乙天慈,朱群,等. 贵州植绥螨资源及其资源特性分析. 山地农业生物学报, 2021, 40(4): 1-11.
- Li D D, Yi T C, Zhu Q, et al. Phytoseiid mite resources in Guizhou and their resource characteristics. *Journal of Mountain Agriculture and Biology*, 2021, 40(4): 1-11.
- [43] Liu Y, Ren F X, Fan Q H, et al. The Genus *Neoseiulus* Hughes (Acari: Phytoseiidae) in Shanxi, China. *Animals*, 2023, 13(9): 1478.
- [44] Ma M, Fan Q H, Li S C. *Typhlodromus* Scheuten (Acari: Phytoseiidae) from Shanxi province of China. *Systematic & Applied Acarology*, 2016, 21(12): 1614-1630.
- [45] De Moraes G J, McMurtry J A, Denmark H A, et al. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. *Zootaxa*, 2004, 1(434): 1-494. DOI:10.11646/zootaxa.434.1.1.
- [46] 吕佳乐,徐学农,等. 常见捕食螨识别与资源采集[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2022.
- Lv J L, Xu X N, et al. Identification and collection of predatory mites[M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2022.
- [47] 吾玛尔·阿布力孜. 土壤螨类的采集与玻片标本的制作. 生物学通报, 2012, 47(1): 57-59.
- Wumaer Ablz. Methods for soil mite collection and microscope slide preparation. *Bulletin of Biology*, 2012, 47(1): 57-59.
- [48] Walzer A, Blümel S, Schausberger P. Population dynamics of interacting predatory mites, *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*, held on detached bean leaves. *Experimental & Applied Acarology*, 2001, 25(9): 731-743.
- [49] Liao J R, Chiu M C, Kuo M H. Reassessing the presence of alien predatory mites and their prospects in the face of future climate change. *Pest Management Science*, 2023, 79(12): 5186-5196.
- [50] Chen L, Jiang C, Zhang X, et al. Prediction of the potential distribution of the predatory mite *Neoseiulus californicus* (McGregor) in China under current and future climate scenarios. *Scientific Reports*, 2022, 12(1): 11807.
- [51] Nascimento J M D, Silva D E, Juchem C F, et al. Predator-prey relationship in the vertical distribution of mites on grapevines. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 2022, 44: e53136.
- [52] Richard S, Rugman-Jones P, Lara J R. Identification of predatory mites associated with persea Mite in Mexico and genetic analyses of native and invasive persea mite populations. *California Avocado Commission*, 2014: 1-14.
- [53] Okassa M, Marie-Stephane T, Kreiter S. Morphological and molecular diagnostics of *Phytoseiulus persimilis* and *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 2010, 52(3): 291-303.
- [54] Yang T, Song X, Zhong Y, et al. Field investigation- and dietary metabarcoding-based screening of arthropods that prey on primary tea pests. *Ecology and Evolution*, 2022, 12(7): e9060.
- [55] Yoneya K, Ushio M, Miki T. Non-destructive collection and metabarcoding of arthropod environmental DNA remained on a terrestrial plant. *Scientific Reports*, 2023, 13(1): 7125.
- [56] Yang C, Bohmann K, Wang X, et al. Biodiversity Soup II: A bulk - sample metabarcoding pipeline emphasizing error reduction. *Methods in Ecology and Evolution*, 2021, 12(7): 1252-1264.
- [57] Tixier M S, Douin M, Lopes I, et al. Genetic diversity of the predatory mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) with an overview of its distribution and implications for biological control. *Biological Control*, 2022, 168: 104841.
- [58] Syromyatnikov M Y, Kokina A V, Belyakova N A, et al. A simple molecular method for rapid identification of commercially used *Amblyseius* and *Neoseiulus* species (Acari: Phytoseiidae). *Zootaxa*, 2018, 4394(2): 270-278.
- [59] Evangelou V, Bouga M, Papadoulis G. Molecular identification of all

- life stages of the predatory mite *Iphiseius degenerans* (Acari: Phytoseiidae) using 12S rDNA. International Journal of Acarology, 2016, 42: 331-333.
- [60] 赵海明,唐良德,胡美英,等. 捕食螨的抗药性研究进展. 中国生物防治学报, 2012, 28(2): 282-288.
- Zhao H M, Tang L D, Hu M Y, et al. Research progresses on pesticides resistance of predatory mites. Chinese Journal of Biological Control, 2012, 28(2): 282-288.
- [61] Fountain M T, Medd N. Integrating pesticides and predatory mites in soft fruit crops. Phytoparasitica, 2015, 43(5): 657-667.

引用本文：李冰艳,王恩东,徐学农,张博. 天敌捕食螨资源调查、鉴定及保存方法[J]. 农业大数据学报, 2026,8(3): 397-407. DOI: 10.19788/j.issn.2096-6369.000170.

CITE: LI BingYan, WANG EnDong, XU XueNong, ZHANG Bo. Methods for the Investigation, Identification, and Preservation of Predatory Mite Resources[J]. Journal of Agricultural Big Data, 2026,8(3): 397-407. DOI: 10.19788/j.issn.2096-6369.000170.

Methods for the Investigation, Identification, and Preservation of Predatory Mite Resources

LI BingYan^{1,2}, WANG EnDong^{1,2}, XU XueNong^{1,2*}, ZHANG Bo^{1,2*}

1. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing, 100193, China; 2. National Data Center of Insect Natural Enemies and Edible Insect Resources, Beijing, 100193, China

Abstract: Predatory mites prey on a wide range of small insect pests and phytophagous mites and therefore play important roles in agricultural ecosystems and biological control. In the context of reduced reliance on chemical pesticides, the development, conservation, and utilization of predatory mites have become increasingly important. This review summarizes the current methods used for the distribution, field survey, identification, and preservation of predatory mites. And we discuss the current status and major challenges of big-data research on predatory mites, including the limitations of traditional identification methods, insufficient regional coverage, and delays in data integration. With the development of molecular techniques, deep learning, and artificial intelligence, future research should integrate multidisciplinary approaches to improve the discovery, characterization and utilization of predatory mite resources. Greater emphasis should also be placed on resource conservation and sustainable utilization, and on establishing standardized research and frameworks to facilitate the broader use of predatory mites in sustainable agriculture.

Keywords: Phytoseiids; distribution; species identification; resource application; protection strategy