

摩洛哥蝗灾害及入侵新疆风险分析

季荣^{1,2,3}, 何岚^{2,3}, 刘慧霞^{2,3}, 徐叶^{2,3}, 曹凯丽^{2,3}, 董传磊^{2,3}, Roman Jashenko⁴

(1. 昌吉学院 办公室, 新疆 昌吉 831100; 2. 新疆师范大学 生命科学学院 中亚区域跨境有害生物联合控制国际研究中心 新疆特殊环境物种保护与调控生物学实验室, 新疆 乌鲁木齐 830017; 3. 塔城昆虫迁飞生物学新疆野外科学观测研究站, 新疆 塔城 834700; 4. 哈萨克斯坦教育科学部动物研究所, 哈萨克斯坦 阿拉木图 050038)

摘要: 摩洛哥蝗(*Docioctaurus maroccanus*)分布范围覆盖地中海的大部分国家和地区, 摩洛哥是其分布的最西端, 向东延伸至哈萨克斯坦东南部, 在新疆未曾有摩洛哥蝗分布的文献报道。摩洛哥蝗有群居型和散居型之分, 群居型蝗虫对多种农作物和果蔬的破坏性极大。在全球气候变暖和人类活动干扰下, 摩洛哥蝗的分布范围不断扩大, 2025年在新疆塔城地区、伊犁河流域均采集到摩洛哥蝗个体, 但目前我国对摩洛哥蝗生物学、生态学及发生规律的科学认识远不能满足对其监测、预测和防控的实践需求。文章梳理20世纪20年代以来国际上关于摩洛哥蝗在生物学、生态学、型变、种群动态和灾害发生等方面的主要研究成果, 并从发育起点温度与有效积温、生境和寄主及地势地形方面分析境外摩洛哥蝗入侵新疆的危害可能性, 最后得出结论: 要加强摩洛哥蝗在新疆的定殖和扩散规律及监测预警等方面的基础和应用研究, 降低摩洛哥蝗对新疆的危害, 确保我国西北的粮食安全、生态安全和生物安全。

关键词: 摩洛哥戟纹蝗; 跨境迁飞; 入侵种; 中亚地区

中图分类号: Q968 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-9659(2026)02-0089-07

1 摩洛哥蝗概述

1.1 分类地位和分布

摩洛哥蝗(*Docioctaurus maroccanus*)(Thunberg)属于网翅蝗科、戟纹蝗属, 又名摩洛哥戟纹蝗(图1)。摩洛哥蝗是地中海地区的代表蝗虫种类^[1-5], 有专家建议将其更名为“地中海蝗虫”, 以便更准确地反映摩洛哥蝗的地理分布, 但未被广泛使用^[6]。摩洛哥蝗寄主范围广、破坏性极大, 被公认为是危害农牧业最严重的害虫之一^[6-8]。伦敦海外害虫研究中心出版的《农业蝗虫防治指南》中将摩洛哥蝗的危害性列为最高等级A级, 即多种农作物的主要害虫^[9]。

摩洛哥蝗的分布范围覆盖地中海的大部分国家和地区, 摩洛哥是其分布的最西端, 向东延伸至阿富汗和哈萨克斯坦东南部, 从西到东范围超过10000 km, 从北到南范围超过2000 km^[10]。在北非大陆, 摩洛哥蝗分布在摩洛哥、阿尔及利亚、突尼斯、利比亚和埃及; 在欧洲大陆, 摩洛哥蝗广泛分布在葡萄牙、西班牙、法国、意大利、阿尔巴尼亚、保加利亚、罗马尼亚、塞尔维亚、克罗地亚、斯洛文尼亚、希腊、匈牙利、摩尔多瓦、塞浦路斯、乌克兰、俄罗斯、外高加索(格鲁吉亚、阿塞拜疆和亚美尼亚); 在亚洲大陆, 摩洛哥蝗主要分布在土耳其、叙利亚、黎巴嫩、以色列、不丹、伊朗、伊拉克、阿富汗、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦、乌兹别克斯坦、土库曼斯坦。中国未曾有摩洛哥蝗分布的记录报道^[1-5, 10-13], 但2025年6月在新疆塔城地区和伊犁河流域采集到了摩洛哥蝗个体(图1)。

[收稿日期] 2025-07-10

[修回日期] 2025-07-30

[基金项目] 国家自然科学基金项目(32260254); 新疆维吾尔自治区重点研发专项(2024B03043); 国家重点研发项目子课题(2022YFD1400505); 新疆维吾尔自治区高校科研项目(XIEDU2025P067); 新疆师范大学博士(后)科研启动基金项目(XJNUZBS2413); “天山英才”领军人才项目和“天池英才”青年博士人才项目。

[作者简介] 季荣(1970-), 女, 教授, 主要从事昆虫生态学方面研究, E-mail: 1045644792@qq.com.



图1 摩洛哥蝗成虫

(注:左图来源于参考文献[8];右图为2025年采自中国新疆境内的个体照片)

1.2 生物学习性和生活史

摩洛哥蝗属于嗜热喜旱的物种,在长期进化适应过程中,完全适应了地中海地区夏季高温干旱的气候条件^[14-15]。摩洛哥蝗主要栖息于海拔400~800 m的干旱荒漠草地或过度放牧的生境,最高可达2200 m^[14,16-17]。摩洛哥蝗寄主范围非常广泛,可取食36科200多种植物,50多种农作物,包括谷物类、豆类、蔬菜、牧草、油料作物、经济作物、果树和针叶类,天然草地上喜食鳞茎早熟禾(*Poa bulbosa*)、小苜蓿(*Medicago minima*)和苔草(*Carex pachystylis*)等^[8,14-17]。

摩洛哥蝗体型中等,雄性成虫体长16.5~28.5 mm,前翅长17.5~27.0 mm;雌性成虫体长20.5~38.0 mm,前翅长23.0~36.0 mm。体色呈灰色至黄色,有深色斑点,翅发达,前翅透明,有时带有细小的褐色或灰色斑点,后翅无色。雄性后足腿节长13.2~17.4 mm,雌性后足腿节长15.5~21.6 mm,呈红色,很少呈黄色、粉色和白色。前胸背板“X”形图案呈黄色或白色,条纹狭窄,前翅明显到达腹部末端,雄性腹部长13.2~17.4 mm,雌性腹部长15.5~21.6 mm。雄性体重0.5~0.74 g,雌性体重0.88~1.47 g^[16-17]。

摩洛哥蝗一年一代,通常于3月开始孵化出土,4月成虫出现。群居型蝗蚱从2龄开始出现聚集行为,例如,在裸露地表上日晒、在植物根部躲避高温、行军式扩散等,最高密度每平方米超过4000头。5月中下旬开始交配产卵,绝大多数成虫在6月中下旬死亡。卵囊主要产在干旱的向阳坡,雌虫平均产2~3个卵囊,极少4个,每个卵囊中平均有18~42粒卵,卵滞育。卵囊通常产在2~8 cm土壤中,产卵过程持续30 min至2 h,集中产卵,卵囊密度每平方米从几百到几千不等。卵囊形状和意大利蝗(*Calliptamus italicus*)的卵囊相似。摩洛哥蝗的天敌包括寄生昆虫、甲虫、爬行类、鸟类等^[7-8,16-18]。

摩洛哥蝗共5龄蝗蚱,每个龄期5~7 d,蝗蚱期25~35 d,从孵化出土到成虫需要42 d。不同龄期蝗蚱的区别主要体现在外部形态特征,包括体长、触角节数、后足腿节发育、翅芽大小和位置以及外生殖器发育程度^[1-2,8,17]。摩洛哥蝗的蝗蚱与红胫戟纹蝗(*Dociostaurus kraussi*) (Ingenitzky) 的蝗蚱很相似,极为容易混淆。与红胫戟纹蝗比较,摩洛哥蝗蚱前胸背板上的“X”形图案后部条纹更狭窄(图2),红胫戟纹蝗后足腿节外侧的上隆线和下隆线上有若干小黑斑(图3)。

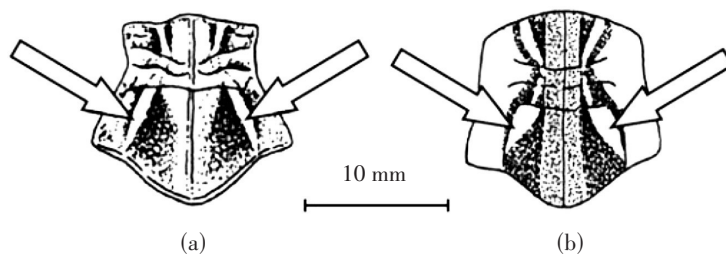


图2 摩洛哥蝗(a)与红胫戟纹蝗(b)前胸背板X形图案比较

(注:红胫戟纹蝗前胸背板上的“X”形图案后部条纹(箭头所示处)明显宽于摩洛哥蝗(图片来自参考文献[8]))

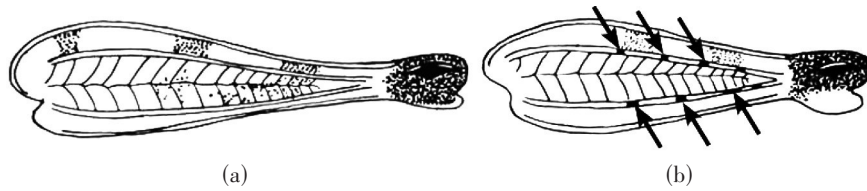


图3 摩洛哥蝗(a)与红胫戟纹蝗(b)后足腿节外侧上隆线和下隆线的斑点比较

(注:摩洛哥蝗后足腿节外侧上隆线和下隆线上无黑点,红胫戟纹蝗则具有若干小黑斑(箭头所示)(图片来自参考文献[8]))

1.3 型变

苏联专家尤瓦洛夫最早提出摩洛哥蝗存在型变行为^[11]。群居型(the gregarious phase)摩洛哥蝗和散居型(the solitarious phase)摩洛哥蝗的个体在外部形态特征、E/F值、体色等方面差异明显。如表1和图4所示,散居型个体的体型较小、E/F值低、体色更鲜艳、前翅和后足腿节上的暗斑更明显^[3,11,18]。

型变可以在几个小时之内完成,也可以通过几代后传递给后代,但型变机制还未见研究报道^[17]。在有利条件下,从散居型向群居型转变需要2年时间,在不利条件下至少需要4年;当不进行防控或防控不彻底时,散居型向群居型的转变需要2~3年,即2~3个世代^[8]。

表1 摩洛哥蝗群居型和散居型个体差异对比

特征	散居型	群居型
体长(mm)	雄:16.5~22.5 雌:20.5~28.5	雄:22.0~28.5 雌:25.0~38.0
E/F值	1.30~1.55	1.50~1.90
体色	不呈橙色	呈橙色
后足腿节颜色	3个黑色条带	无
翅颜色	有较多明显的黑色斑点	完全透明或模糊的黑点

注:表来源于参考文献[17];E/F值指前翅(elytra)和腿节(femur)的长度比值。



图4 摩洛哥蝗成虫散居型、过渡型和群居型的后足腿节上隆线暗斑比较

(注:图来源于参考文献[17],1~3为散居型,4~6为过渡型,7~9为群居型)

1.4 研究现状

对摩洛哥蝗的研究可以追溯到18世纪,甚至更早。关于摩洛哥蝗的分类、生物学、生态学、生物地理学、基因组学、信息素合成、种群调查和监测与防治等都有报道^[1-2,9,19-23]。到目前已借助3S技术,建立生态模型,预测适宜产卵地生态特征及其分布^[14];运用蝗虫微孢子、真菌制剂等生物防治方法等^[7-8,16-17,24-26]。在35~45℃的高温天气下,蝗蚬每天在10:00~13:00、17:00~18:00时段取食最为活跃。与其他群居型蝗虫(如沙漠蝗或亚洲飞蝗)相比,摩洛哥蝗群的日迁飞距离较短,以8~10 m/s的速度飞行4~10 km,平均迁飞30~50 km,最远可达200 km,从山麓向山谷顺风迁飞,迁飞方向通常由地形、气流决定^[25-27]。由于迁飞发生在炎热的月份,蝗群飞行后会降落在湖泊、河流等水体沿岸补充水分^[29-30]。如果连续两年出现有利于摩洛哥蝗生长发育的条件,就可能导致其大规模暴发^[8]。摩洛哥蝗卵滞育^[31-33],至今尚未找到解除滞育的关键因子,在室内难以持续饲养^[17,33]。由于气候变化和人类活动等原因,进入21世纪,摩洛哥蝗分布的北部边界与一百年前相比,已向高海拔抬升了约200~400 m,向北推进至少200~250 km,也向低海拔的低洼地迁移^[6,8,15,17,19-20]。

气候条件是影响蝗虫数量的关键因素,特别是温度和湿度。摩洛哥蝗通常在温度高于多年平均值且降雨量低于正常值的年份大发生,春季(3月至5月)的降雨量至关重要,卵孵化最适宜的降雨量为100 mm左右,如果春季降水量多,蝗卵就会死亡。除了气候因素外,人类活动也是影响摩洛哥蝗数量波动的重要因素。改造摩洛哥蝗生境可以彻底消除摩洛哥蝗灾害。农业发达的西欧国家采取农耕措施,几乎没有适合摩洛哥蝗生存的生境。在法国南部,摩洛哥蝗孳生地从1920年的56000公顷减少到当前2000公顷左右^[8]。地中海地区砍伐森林和灌木导致摩洛哥蝗在阿尔及利亚、西班牙、意大利、塞浦路斯和巴尔干地区迅速蔓延,在匈牙利和北高加索地区,开垦河谷流域为摩洛哥蝗提供了适宜生境,过度放牧有利于摩洛哥蝗大发生^[8,20,30]。再者,战争破坏了农业用地,这也会导致摩洛哥蝗大发生。在第一次和第二次世界大战期间及之后,欧洲地区发生了严重的摩洛哥蝗灾害^[8]。

群居型摩洛哥蝗的经济危害阈值为5只/平方米,超过该阈值后即须采取防控措施^[9]。对摩洛哥蝗种群监测和防控的研究主要集中在卵、蝗蝻和成虫调查方面,目前采用的防治手段主要为化学防治,通过开垦改变蝗虫生境的农业防治措施以及蝗虫微孢子、绿僵菌等生物防治措施亦在推广^[8-9,28,30]。

2 摩洛哥蝗灾害及其入侵我国新疆的危害风险分析

2.1 摩洛哥蝗历史灾害回顾

摩洛哥蝗是农业上最严重的害虫之一,一旦暴发便会造成毁灭性破坏^[6,15,17-19]。摩洛哥蝗群危害牧场后继续迁入农田,啃食农作物、经济作物和果蔬,不仅啃食穗中谷粒,咬断谷物类的茎秆,还将棉花、洋葱、番茄、甜菜、西瓜、甜瓜、南瓜等啃食殆尽^[6,15,17-19]。在欧洲大陆,20世纪20年代和40年代摩洛哥蝗灾害大暴发,1925—1956年严重发生6~7次,每次持续2~7年^[1-3,6,15]。20世纪70年代至90年代,蝗灾局部再次暴发,形成的大规模蝗群覆盖18~25平方公里,每平方米50~300头^[15]。20世纪末和21世纪初,在保加利亚、格鲁吉亚等地都发生了严重的摩洛哥蝗灾害,给葡萄等农业造成巨大损失。进入21世纪,摩洛哥蝗灾害发生较过去更频繁,更具破坏性^[8]。

类似的情况也发生在中亚地区^[7,15,17,19,34-38],尤其是在21世纪的哈萨克斯坦南部,摩洛哥蝗发生前所未有的种群大暴发,并在吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦、土库曼斯坦和乌兹别克斯坦严重发生,甚至在中亚地区以外的阿尔及利亚、伊朗、阿塞拜疆、阿富汗、西班牙、俄罗斯、意大利和摩洛哥也频繁发生^[8,29]。蝗蝻密度每平方米最高达几千头^[15,18]。另一方面,在中亚地区摩洛哥蝗的跨境危害常常发生^[8,16-17,27,37-42]。哈萨克斯坦和乌兹别克斯坦、哈萨克斯坦和吉尔吉斯斯坦、阿富汗和乌兹别克斯坦、伊朗和土库曼斯坦的边境区域都曾有过摩洛哥蝗跨境危害事件发生。自2011年联合国粮食及农业组织在《高加索与中亚地区蝗灾防治计划》框架下,实现摩洛哥蝗治理跨境协作,做到了邻国之间信息共享和联防联控,有效缓解了摩洛哥蝗的跨境危害问题^[8]。

2.2 摩洛哥蝗入侵我国新疆的危害风险分析

我国新疆与8个国家接壤,其中俄罗斯、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦、阿富汗等5个国家有摩洛哥蝗分布。在气候极端事件频发和人类活动干扰下,摩洛哥蝗的分布范围明显扩大。根据记载,摩洛哥蝗分布的最东端位于哈萨克斯坦阿拉木图以东60公里^[8],但2025年6月新疆师范大学草原虫害研究团队赴哈萨克斯坦开展实地调查时,在阿拉木图以东170公里处的荒漠半荒漠草地采集到摩洛哥蝗,在毗邻哈萨克斯坦的中国新疆塔城地区和伊犁河流域亦采集到摩洛哥蝗。因此,综合分析比较中亚地区和我国新疆的气候特点、生态条件以及摩洛哥蝗的生物学习性,我国应高度警惕摩洛哥蝗在新疆大发生的潜在风险,不能让潜在风险变为现实危害。

第一,发育起点温度和有效积温是判定昆虫生境的重要指标,新疆有完全满足摩洛哥蝗发育起点温度和有效积温的生境。摩洛哥蝗卵的起点温度为10~10.5℃,有效积温为130~171.5日度,完成一个世代总积温为860~870日度^[8,31]。在中亚地区,摩洛哥蝗与意大利蝗同域分布混合发生^[8],意大利蝗卵的发育起点温度为15.52℃,有效积温为124.6日度,完成一个世代的总积温为931.53~1053.82日度^[45-46]。摩洛哥蝗和意大利蝗均一年一代,蝗蝻共5个龄期。意大利蝗是新疆草原的优势危害种类,每年造成严重损失。这表明新疆完全具备摩洛哥蝗生长发育繁殖最关键的温度条件。

第二,生境和寄主是确保昆虫生长发育繁殖的前提,新疆存在适宜摩洛哥蝗的生境和广泛的寄主植物。新疆草原蝗区可划分为阿尔泰山南坡草原蝗虫发生区、准噶尔西部山地草原蝗虫发生区、天山北坡东段草原蝗虫发生区、天山北坡中段草原蝗虫发生区、伊犁河谷草原蝗虫发生区、天山南坡草原蝗虫发生区、昆仑山北坡草原蝗虫发生区、亚洲飞蝗发生区等8个蝗区^[47],除亚洲飞蝗发生区外,其他发生区均分布着广阔的适宜摩洛哥蝗生长发育和繁殖的生境。与此同时,新疆和中亚地区种植着相似的农作物和果蔬,更重要的是,新疆是我国最大的棉花种植基地,摩洛哥蝗是乌兹别克斯坦境内棉花最严重的害虫^[8,27]。因此,必须高度警惕摩洛哥蝗在新疆成为农田和草原害虫的风险。

第三,迁飞通道是昆虫实现长距离迁飞的先决条件,新疆西北边境存在地势平坦的荒漠半荒漠草地,是摩洛哥蝗跨境入侵的天然通道。仅以哈萨克斯坦为例,摩洛哥蝗是哈萨克斯坦境内的三大迁飞性蝗虫之一,其虫源地集中在南部和东南部,具体包括图尔克斯坦州、江布尔州和阿拉木图州^[18,20]。2022年哈萨克斯坦根据国内经济发展以及其他因素,将毗邻我国的2个州(东哈萨克斯坦州、阿拉木图州)拆分为4个州(东哈萨克斯坦州、阿拜州、杰特苏州、阿拉木图州),与中国新疆的阿勒泰地区、塔城地区、博乐市和伊犁河流域毗邻,这些缺乏高山屏障的区域都是境外蝗虫跨境迁飞危害的天然通道^[48-49],南疆亦存在境外虫源跨境危害的风险。

基于以上分析,提出如下建议:一方面,迅速开展摩洛哥蝗入侵新疆后的相关基础和应用研究。如摩洛哥蝗在新疆的定殖和扩散规律及影响因子、适生区分布及气候变化和人类活动对其种群动态和演变过程、境外摩洛哥蝗群体迁移和迁飞轨迹与通道以及型变机制等。另一方面,迅速开展国际合作。当务之急应尽快与中亚国家或区域开展合作,掌握摩洛哥蝗的孳生地、危害和防治情况,实现信息共享,联防联控,抵御蝗虫于国门之外,最大程度降低在我国新疆的危害,确保粮食安全、生态安全和生物安全。

参考文献:

- [1] UVAROV B P. A Preliminary Revision of the Genus *Dociostaurus* Fieb[J]. Bulletin of Entomological Research, 1921, 11: 397-407.
- [2] UVAROV B P. The Geographical Distribution of Orthopterous Insects in the Caucasus and in Western Asia[J]. Proceedings of the Zoological Society of London, 1921, 31(03): 447-472.
- [3] UVAROV B P. Locusts and Grasshoppers: A Handbook for their Study and Control[M]. London: Imperial Bureau of Entomology, 1928.
- [4] UVAROV B P. Ecological Studies on the Moroccan Locust in Western Anatolia[J]. Bulletin of Entomological Research, 1932, 23: 273-287.
- [5] UVAROV B P. Ecology of the Moroccan Locust in Iraq and Syria and the Prevention of its Out-breaks[J]. Bulletin of Entomological Research, 1933, 24: 407-418.
- [6] LATCHININSKY A V. Moroccan Locust *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815): A Faunistic Rarity or an Important Economic Pest[J]. Journal of Insect Conservation, 1998, (02): 167-178.
- [7] KOKANOVA E O. Natural Foci of the Moroccan Locust (*Dociostaurus maroccanus*, Orthoptera, Acrididae) in Turkmenistan and their Current State[J]. Entomological Review, 2017, 97(05): 584-593.
- [8] LATCHININSKY A V, SERGEE M G, FEDOTOV A A, et al. Moroccan Locust *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815): Morphology, Distribution, Ecology, Population Management[M]. Rome: FAO, 2023.
- [9] COPR. The Locust and Grasshopper Agricultural Manual[M]. London: Centre for Overseas Pest Research, 1982.
- [10] LATCHININSKY A V. Moroccan Locust (*Dociostaurus maroccanus*, Thunberg, 1815) in Afghanistan: Biology, Ecology, and Monitoring[M]. Rome: FAO, 2023.
- [11] UVAROV B P, ZOLOTAREVSKY B N. Phases of Locusts and their Interrelations[J]. Bulletin of Entomological Research, 1929, 20: 261-265.
- [12] 陈永林,刘举鹏,黄春梅,等. 新疆蝗虫及其防治[M]. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,1980.
- [13] 郑哲民,夏凯龄. 中国动物志昆虫纲(第十卷)[M]. 北京:科学出版社,1998.
- [14] BEY-BIENKO G Y, MISHCHENKO L L. Keys to the Fauna of the U. S. S. R.: Locusts and Grasshoppers of the U. S. S. R. and Adjacent Countries[M]. Moscow: Zoological Institute of the U. S. S. R. Academy of Sciences, 1951.
- [15] GAPPAROV F A, LATCHININSKY A V, SERGEEV M G. Outbreaks of Moroccan Locust in Central Asia[J]. Plant Protection Quarantine, 2008, 3: 22-24.
- [16] DMITRY V M, ZLATANOV B V. An Ecological Niche Model for *Dociostaurus maroccanus*, Thunberg, 1815 (Orthoptera,

- Acrididae): The Nesting Environment and Survival of Egg-pods[J]. *Biosis: Biological Systems*, 2020, 1(01): 8-24.
- [17] KHAIROV S K, LAZUTKAITE E, LATCHININSKY A V. Distribution, Population Dynamics, and Management of Moroccan Locust *Docioctaurus maroccanus* (Thunberg, 1815)(Orthoptera, Acrididae) in Tajikistan[J]. *Insects*, 2024, 15(09): 684.
- [18] KAMBULIN V E, GAPPAROV F A. Locusts Kazakhstan, Central Asia and Adjacent Territories [M]. Laramie: International Association of Applied Acridology and University of Wyoming, 2002.
- [19] PRUTENSKY D I, RYK-BOGDANIKO M. On the Ecology of the Moroccan Locust in the Tajik S.S.R.[J]. *Soviet Cotton*, 1937, 8: 103-106.
- [20] LATCHININSKY A V, SERGEEV M G, CHILDEBAEV M K, et al. The Grasshoppers of Kazakhstan, Middle Asia and Adjacent Territories[M]. Laramie: International Association of Applied Acridology and University of Wyoming, 2002.
- [21] GONZALEZ-SERNA M J, CORDERO P J, ORTEGO J. Insights into the Neutral and Adaptive Processes Shaping the Spatial Distribution of Genomic Variation in the Economically Important Moroccan Locust (*Docioctaurus maroccanus*) [J]. *Ecology and Evolution*, 2020, 10(09): 3991-4008.
- [22] GUERRERO A, RAMOS V E, LOPEZ S, et al. Enantioselective Synthesis and Activity of All Diastereoisomers of (E)-Phytal, a Pheromone Component of the Moroccan Locust, *Docioctaurus maroccanus* [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2019, 67(01): 72-80.
- [23] KLEIN I, COCCO A, UEREYEN S, et al. Outbreak of Moroccan Locust in Sardinia (Italy): A Remote Sensing Perspective [J]. *Remote Sensing*, 2022, 14: 6050.
- [24] BOUAICHI A, COPPEN D A G, JEPSON C P. Barrier Spray Treatment with Diflubenzuron (ULV) against Gregarious Hopper Bands of the Moroccan Locust *Docioctaurus maroccanus* (Thunberg) (Orthoptera: Acrididae) in N. E. Morocco [J]. *Crop Protection*, 1994, 13(01): 60-72.
- [25] HERNANDEZ-CRESPO P, SANTIAGO-ALVAREZ C. Description of *Hexameris serenensis* sp. n. (Nematoda, Mermithidae), a Parasite of *Docioctaurus maroccanus* (Thunberg) (Orthoptera, Acrididae) in Spain [J]. *Fundamental and Applied Nematology*, 1997, 20(01): 37-42.
- [26] VALVERDE-GARCIA P, SANTIAGO-ALVAREZ C, THOMAS M B, et al. Sublethal Effects of Mixed Fungal Infections on the Moroccan Locust, *Docioctaurus maroccanus* [J]. *Journal of Invertebrate Pathology*, 2019, 161: 61-69.
- [27] SMITH J J L. Application of Remote Sensing to Moroccan Locust (*Docioctaurus maroccanus* Thunberg, 1815) Habitat in Southern Uzbekistan [D]. Laramie: University of Wyoming, 2012.
- [28] SHIRIS M A, LACHININSKY A V. The Acridid Situation and the Struggle with Locusts in Caucasus and Central Asia [M]. Rome: FAO, 2009.
- [29] STOROZHENKO S. LOCUST and GRASSHOPPERS PESTS of U. S. S. R. The Orthopterists' Society Series of Field Guides. The Field Guides to the Most Serious Locust and Grasshopper Pests of the World [M]. Lyman Entomological Museum, 1991.
- [30] STRIDE B, SHAH A, SADEED M S. Recent History of Moroccan Locust Control and Implementation of Mechanical Control Methods in Northern Afghanistan [J]. *International Journal of Pest Management*, 2003, 49(04): 265-270.
- [31] BODENHEIMER F S, SHULOV A. Egg-development and Diapause in the Moroccan Locust (*Docioctaurus maroccanus* Thunb) [J]. *Bulletin of the Research Council of Israel*, 1951, 1: 59-75.
- [32] SANTIAGO-ALVAREZ C, QUESADA-MORAGA E, HERNÁNDEZ-CRESPO P. Diapause Termination and Post-diapause Development in the Mediterranean Locust *Docioctaurus maroccanus* (Orth. , Acrididae) under Field Conditions [J]. *Journal of Applied Entomology*, 2003, 127(06): 369-373.
- [33] QUESADA-MORAGA E, SANTIAGO-ÁLVAREZ C. Inducción De Salida De La Diapausa En La Langosta Mediterránea *Docioctaurus maroccanus* (Thunberg) (Orthoptera: Acrididae) [J]. *Journal of Orthoptera Research*, 1999, 8: 13-16.
- [34] ALEKSEEV A A, TYURIN M, KHAYROV K, et al. Characterization and Biological Action of Avermectin Granules on the Moroccan Locust, *Docioctaurus maroccanus* (Orthoptera: Acrididae) [J]. *Journal of Economical Entomology*, 2019, 112(06): 2663-2669.
- [35] SERGEEV M G, LATCHININSKY A V, LOCKWOOD J A, et al. Locusts and Grasshoppers: Distribution, Ecology and Population Management [M]. Novosibirsk: Novosibirsk State University, 2002.
- [36] KOKANOVA E O. Food Plants of the Moroccan Locust, *Docioctaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) (Orthoptera, Acrididae) in Turkmenistan [J]. *Entomological Review*, 2014, 94(03): 337-340.
- [37] FAO. Locust Watch-Locusts in Caucasus and Central Asia [EB/OL]. <http://www.fao.org/locusts-cca/en/.2010-08-01/2025-06-28>.
- [38] AZHBENOV V K, BAIBUSSENOV K S, SARBAEV A T, et al. Preventive Approach of Phytosanitary Control of Locust Pests in Kazakhstan and Adjacent Areas [C]. Malaysia: The International Conference on Agricultural, Ecological and Medical Sciences, 2015: 33-37.

- [39] FAO. Locust Watch—Locusts in Caucasus and Central Asia[EB/OL]. <http://www.Fao.org/locusts-cca/en/>.2021-11-25/2025-06-08.
- [40] FAO. Locust Hub—An Initiative of the Food and Agriculture Organization of the United Nations [EB/OL]. <https://locust-hub-hqfao.hub.arcgis.com/>.2022-12-23/2025-06-28.
- [41] FAO. Locust Hub—An Initiative of the Food and Agriculture Organization of the United Nations [EB/OL]. <https://locust-hub-hqfao.hub.arcgis.com/>.2024-11-11/2025-06-28.
- [42] FAO. Locust Watch—Locusts in Caucasus and Central Asia[EB/OL]. <http://www.fao.org/locusts-cca/en/>.2025-06-24/2025-06-28.
- [43] QUESADA-MORAGA E, SANTIAGO-ÁLVAREZ C. Assessment of Sexual Maturation in the Moroccan Locust *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg)[J]. Journal of Orthoptera Research, 2001, 10(04): 1-8.
- [44] QUESADA-MORAGA E, SANTIAGO-ÁLVAREZ C. Temperature Related Effects on Embryonic Development of the Mediterranean Locust, *Dociostaurus maroccanus*[J]. Physiological Entomology, 2000, 25(02): 191-195.
- [45] 乌麻尔别克,熊玲. 黑条小车蝗、意大利蝗和西伯利亚蝗发育起点温度及有效积温测定[J]. 新疆畜牧业, 2007, (S1): 30-31.
- [46] 赵忠伟,张英财,曹广春,等. 温度对意大利蝗生长发育的影响[J]. 应用昆虫学报, 2013, 50(02): 466-473.
- [47] 林峻. 新疆草原优势种蝗虫区域划分研究[J]. 新疆畜牧业, 2017, (06): 58-59.
- [48] YU B J, MAI J W, CHEN X, et al. Study on the Source Areas and Migratory Trajectories of *Locusta migratoria migratoria* in the Border Region of Tacheng, Xinjiang, China and its Adjacent Regions[J]. Journal of Entomological Science, 2020, 55(01): 46-57.
- [49] ZHA X D, CHEN R, SONG Z Y, et al. Effects of Terrain on the Landing of *Locusta migratoria migratoria* (Orthoptera: Acrididae) at the China-Kazakhstan Border[J]. Journal of Entomological Science, 2024, 59(04): 378-400.

Moroccan Locust Infestation and Invasion Risk Analysis to Xinjiang

Ji Rong^{1,2,3}, HE Lan^{2,3}, LIU Hui-xia^{2,3}, XU Ye^{2,3}, CAO Kai-li^{2,3}, DONG Chuan-lei^{2,3}, ROMAN Jashenko⁴
 (1.Changji University Office, Changji, Xinjiang, 831100, China; 2.Key Laboratory of Special Environment Biodiversity Application and Regulation in Xinjiang, International Center for the Collaborative Management of Cross-border Pests in Central Asia, College of Life Sciences, Xinjiang Normal University, Urumqi, Xinjiang, 830017, China; 3.Tacheng Research Field (Migratory Biology), Observation and Research Station of Xinjiang, Tacheng, Xinjiang, 834700, China; 4.Institute of Zoology, Ministry of Education and Science of Kazakhstan, Almaty, 050038, Kazakhstan)

Abstract: The distribution of the Moroccan locust *Dociostaurus maroccanus* covers most of the Mediterranean countries and regions. Morocco is the westernmost part of its distribution, extending eastward to the southeastern part of Kazakhstan. The Moroccan locust has not been reported in Xinjiang. The Moroccan locust has phase change, namely, the gregarious phase and the solitary phase. The gregarious hopper bands and swarms are very destructive to many kinds of crops, fruits and vegetables. Under global warming and human activities, the distribution range of the Moroccan locust has been expanding. In 2025, the Moroccan locusts were collected in the Tacheng area and the Ili River Basin of Xinjiang. However, the current scientific understanding of the biology, ecology and occurrence of the Moroccan locust in China is far from being able to meet the practical needs of monitoring, prediction, prevention and control of the locust. In this paper, the main research results on the biology, phase change, population dynamics and historical disasters of the Moroccan locust were reviewed since the 1920s. It also analyses the possibility of the Moroccan locust invasion to Xinjiang from the temperature threshold of development and effective cumulative developmental temperature, habitat and hosts and terrain. Finally, it is proposed to strengthen the basic and applied researches on the colonisation, dispersal patterns, monitoring and early warning of the Moroccan locust in order to reduce the damage of the Moroccan locust in Xinjiang and to ensure the food security, ecological security and biosecurity of the north-western of China.

Keywords: *Dociostaurus maroccanus*; Cross-border migratory; Invasive species; Central Asia