

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2023.01.008

蓝莓瘿蚊入侵我国的风险分析

刘博¹, 付海滨¹, 闫超杰¹, 李鑫², 张宁³, 王欢³, 张敏³, 刘扬扬^{4*}

¹沈阳海关, 辽宁 沈阳 110179; ²大连海关技术中心, 辽宁 大连 116001;

³沈阳农业大学, 辽宁 沈阳 110866; ⁴沈阳医学院公共卫生学院, 辽宁 沈阳 110034

摘要:【目的】蓝莓瘿蚊是蓝莓上的一种重要害虫,近年来在世界范围内传播扩散迅速,随着我国蓝莓引种和种植面积的不增加,其入侵我国的风险不断升高,一旦入侵我国,将对我国蓝莓产业造成巨大损失,有必要对该害虫入侵我国风险进行分析。【方法】采用有害生物风险分析程序对其进行安全性评估,应用多指标综合评价方法,对蓝莓瘿蚊入侵我国的风险进行定性和定量分析,确定蓝莓瘿蚊入侵我国的风险等级。【结果】蓝莓瘿蚊综合风险值(R)为2.12,是对中国蓝莓产业具有潜在威胁的有害生物。【结论】蓝莓瘿蚊属于高风险有害生物,建议口岸检疫部门采取针对性风险管控措施,严防其传入我国。

关键词: 蓝莓瘿蚊; 风险分析; 外来入侵



开放科学标识码
(OSID 码)

Risk analysis of *Dasineura oxycoccana* Johnson in China

LIU Bo¹, FU Haibin¹, YAN Chaojie¹, LI Xin², ZHANG Ning³, WANG Huan³,
ZHANG Min³, LIU Yangyang^{4*}

¹Shenyang Customs, Shenyang, Liaoning 110179, China; ²Techonlogy Center of Dalian Customs, Dalian,

Liaoning 116001, China; ³Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866, China;

⁴School of Public Health, Shenyang Medical College, Shenyang, Liaoning 110034, China

Abstract:【Aim】Blueberry gall midge, *Dasineura oxycoccana* (Johnson), is a important pest in buleberry. It has rapidly spread a-round the world. With increasing introduction and planting area of blueberry in China, the invasion and occurrence risk of *D. oxycoc-cana* in China increases.【Method】Following the pest risk assessment method, qualitative and quantitative analysis of invasion risk of *D. oxycoccana* were conducted, a comprehensive risk value (R) was calculated, and risk level was determined.【Result】*D. oxy-coccana* is a great potential threat to the buleberry plantations in China with the risk value of 2.12.【Conclusion】*D. oxycoccana* is considered a high-risk pest. Available risk management measures must be established in order to prevent its introduction to China.

Key words: *Dasineura oxycoccana*; pest risk analysis; invasion risk

蓝莓 *Vaccinium* spp. 属杜鹃花科 Ericaceae 越橘属 *Vaccinium* 灌木,原产于美洲,是一种具有悠久历史的小浆果(李丽敏等,2010)。蓝莓果实中富含花青素等营养保健功能成分,具有较高的经济价值。截至2020年,全球蓝莓栽培面积达到20.57万 hm^2 ,成为继草莓 *Fragaria* × *ananassa* Duch. 之后的全球第二大浆果(李亚东等,2022)。我国自2000年开始蓝莓商业化栽培,栽培面积和产量快速增加,2020年我国蓝莓栽培面积和产量均为全球第一,同时我国也是世界蓝莓消费大国,巨大的生产潜力和市场需求

使中国成为全球蓝莓生产中心和市场中心。

蓝莓瘿蚊 *Dasineura oxycoccana* (Johnson) 为双翅目 Diptera 瘿蚊科 Cecidomyiidae 叶瘿蚊属 *Dasineura* 昆虫(Steck *et al.*, 2000),起源于北美洲南部,是美国和加拿大蓝莓产区的重要害虫,近年来传播至欧洲,严重危害当地蓝莓种植业(Collins & Drummond, 2019)。我国周边的韩国(Kim *et al.*, 2015)、日本(Yoshida *et al.*, 2017)等也相继报道发现蓝莓瘿蚊。蓝莓瘿蚊一旦在种植园内定殖暴发,将严重影响蓝莓的产量和质量,甚至造成绝产绝收,严重

收稿日期(Received): 2021-12-31 接受日期(Accepted): 2022-02-14

基金项目: 海关总署科研计划项目(2020HK169); 沈阳海关科研项目(2022SK01); 沈阳医学院科技基金项目(20186065, 20191033)

作者简介: 刘博,男,博士。研究方向: 植物检疫和有害生物入侵防控。E-mail: lbchina@126.com

* 通信作者(Author for correspondence), 刘扬扬, E-mail: 176959341@qq.com

威胁全球蓝莓产业。目前,尚无蓝莓瘿蚊传入我国的报道,但随着我国蓝莓种植面积和进出口贸易量的逐年增加,其传入我国并扩散的可能性逐年增大。本文参照相关有害生物风险分析方法(付海滨等,2013;李俊峰等,2017;闫超杰等,2022;张桂芬等,2018),对蓝莓瘿蚊入侵我国的风险性进行评估和分析,以期为我国针对蓝莓瘿蚊制定有效检疫和防控措施提供参考和依据。

1 研究方法

根据国际植物检疫措施标准第2号(ISPM No. 2)《有害生物风险分析框架》和国际植物检疫措施标准第11号(ISPM No.11)《检疫性有害生物风险分析(包括环境风险和活体转基因生物分析)》,收集整理国内外有关蓝莓瘿蚊文献,分别从蓝莓瘿蚊在国内外分布、潜在危险性、受害作物的经济重要性、传播扩散可能性以及风险管理难度等方面对其入侵我国的风险进行定性和定量综合分析。参照常规有害生物风险性评估体系(蒋青等,1995),采用多指标综合评价方法,建立针对蓝莓瘿蚊的综合风险评估指标体系。

2 定性分析

2.1 国内外分布状况

截至目前,蓝莓瘿蚊主要分布在欧洲的英国、瑞士、斯洛文尼亚、立陶宛、拉脱维亚、意大利、德国、捷克、克罗地亚,北美洲的美国、加拿大和墨西哥,亚洲的日本、韩国以及非洲的摩洛哥(<https://gd.eppo.int/taxon/DASYVA/distribution>)。目前我国尚未见该害虫发生分布的报道。

2.2 潜在危险性

蓝莓瘿蚊每年发生5~6代,幼虫危害蓝莓花蕾和幼嫩的茎尖,导致蓝莓败育并影响发育,造成茎尖变黑和叶片扭曲,严重影响蓝莓的产量和质量。该虫在美国可导致蓝莓减产20%~85%,每年造成的经济损失达2000万美元(Survilienė & Kazlauskaitė, 2019)。截至目前,尚未见蓝莓瘿蚊传带其他有害生物的报道。该害虫目前被智利列入检疫性有害生物名单。

2.3 受害作物的经济重要性

蓝莓瘿蚊的主要寄主为蓝莓,其他寄主还包括越橘属的狭叶越橘 *Vaccinium angustifolium* Ait.、高丛越橘 *Vaccinium corymbosum* L.、大果越橘 *Vaccini-*

um macrocarpon Ait.、细枝越橘 *Vaccinium virgatum* Ait.等野生蓝莓品种,全球野生蓝莓的年产量约为12万t,是蓝莓产业的重要组成部分。

我国蓝莓主要采取日光温室、塑料大棚(冷棚)与露地生产相结合的生产模式,形成了长白山、辽东半岛、胶东半岛、长江流域和西南地区五大主要产区。据统计,2020年我国蓝莓种植面积达6.64万 hm^2 ,总产量34.72万t,鲜果产量23.47万t(李亚东等,2022)。

我国蓝莓种植地区北起黑龙江,南至海南,东起渤海之滨,西至西藏高原,依据地理区域布局和设施生产,实现了全国3月中旬—9月中旬共6个月的鲜果供应期。目前,蓝莓的利用方向主要是鲜果和加工。鲜果价格因采收季节和品质不同差异较大,最高可达300元 $\cdot\text{kg}^{-1}$ (李亚东等,2018)。同时,蓝莓因富含花青素、果胶和类黄酮等,也是食品和保健品行业的重要原料,可加工制成乳制品、果汁、果酒和果酱等。发展蓝莓产业对农业产业结构调整、提高农民收入和促进地方经济发展具有重要意义。该害虫一旦传入我国并传播扩散,将严重影响我国蓝莓种植及相关上下游产业。

2.4 传播扩散的可能性

蓝莓瘿蚊成虫在蓝莓花蕾中产卵,老熟幼虫在土壤中化蛹越冬,主要以卵、幼虫和蛹随蓝莓植株和果实进行远距离跨境传播,成虫飞行能力有限,主要借助风力在入侵地区扩散传播(Hahn & Isaacs, 2012)。

目前,我国蓝莓栽培已遍布辽宁、山东、吉林、黑龙江、陕西等20余个省区,蓝莓瘿蚊目前的发生和分布区域气候条件与我国蓝莓主要种植区气候条件具有明显相似性。

2.5 风险管理难度

目前,我国对蓝莓瘿蚊的研究相对较少,尚未制定相关检疫鉴定方法和标准。当前,对于口岸截获的相关幼虫,需在实验室饲养获得成虫后再进行鉴定,必要时还需借助基因条形码筛查和基因测序等分子生物学方法,因此检疫鉴定难度较大。

不同蓝莓栽培品种对该蓝莓瘿蚊抗性差异较大,但均不同程度受到危害。卵期和取食期幼虫寄生于蓝莓花蕾中,受到周围蓝莓植物组织保护,施用杀虫剂效果不明显。为了减少蓝莓开花期间对传粉昆虫影响,田间杀虫剂的使用受到限制(Steck *et al.*,

2000)。该害虫在田间一年发生多代且世代重叠,一旦入侵扩散,根除难度较大。据报道,马拉硫磷等化学农药和多杀菌素等生物农药对该害虫具有一定的防治效果(Sampson *et al.*, 2002)。

3 定量分析和风险等级的确定

3.1 风险综合评估体系构建与指标赋值

本研究构建的蓝莓瘿蚊的综合风险评估指标

体系包括 5 个一级指标 15 个二级指标。根据蓝莓瘿蚊在国内外分布、潜在危险性、受害作物经济重要性、传播扩散可能性及风险管理难度 5 个方面的实际判定情况,对综合风险评估指标体系中的 15 个二级指标进行赋值,将上述对蓝莓瘿蚊的定性分析作为评判赋分的依据,具体分值见表 1。

表 1 蓝莓瘿蚊的多指标综合评价体系指标层评

Table 1 The index layer of integrated multi-index evaluation system for *D. oxycoccana*

评判指标 Evaluation indicators	评判标准 Evaluation criteria	赋分值 Score
P_1 国内分布情况 Distribution in China	国内无分布 No distribution in PRA area, $P_1 = 3$ 0 < 国内分布面积 ≤ 20% 0 < PRA area ≤ 20%, $P_1 = 2$ 20% < 国内分布面积 ≤ 50% 20% < PRA area ≤ 50%, $P_1 = 1$ 国内分布面积大于 50% 50% < PRA area, $P_1 = 0$	3
P_2 潜在的危險性 Potential impact	P_{21} 潜在的经济危害性 Potential economic impact 产量损失 20% 以上, 和(或)严重降低作物产品质量 Yield loss > 20%, $P_{21} = 3$ 5% < 产量损失 ≤ 20%, 和(或)有较大的质量损失 5% < yield loss ≤ 20%, $P_{21} = 2$ 1% < 产量损失 ≤ 5%, 和(或)有较小的质量损失 1% < yield loss ≤ 5%, $P_{21} = 1$ 产量损失小于 1%, 且对作物产品质量无影响 Yield loss ≤ 1%, $P_{21} = 0$	3
	P_{22} 是否为其他有害生物的传播媒介 Ability to transmit other quarantine pests 传带 3 种以上的有害生物 Capacity to transmit > 3 species, $P_{22} = 3$ 传带 2 种有害生物 Capacity to transmit 2 species, $P_{22} = 2$ 传带 1 种有害生物 Capacity to transmit 1 speciece, $P_{22} = 1$ 不传带有害生物 No transmission capacity, $P_{22} = 0$	0
	P_{23} 国外重视程度 Level of quarantine in other country 被 20 个以上的国家列为检疫对象 Quarantine pest in > 20 countries, $P_{23} = 3$ 被 10~19 个国家列为检疫对象 Quarantine pest in 10-19 countries, $P_{23} = 2$ 被 1~9 个国家列为检疫对象 Quarantine pest in 1-9 countries, $P_{23} = 1$ 无国家将其列为检疫对象 No country listed the species as quarantine pest, $P_{23} = 0$	1
P_3 受害作物的经济重要性 Economic value of the pest on targeted native species	P_{31} 受害栽培寄主的种类 Variety of hosts 受害栽培寄主有 10 种以上 > 10 hosts species, $P_{31} = 3$ 受害栽培寄主有 5~9 种 5-9 hosts species, $P_{31} = 2$ 受害栽培寄主有 1~4 种 1-4 hosts species, $P_{31} = 1$ 无受害寄主 Nones, $P_{31} = 0$	1
	P_{32} 受害栽培寄主的种植面积 Planting area of hosts 超过 350 万 hm^2 > 3.5 × 10 ⁶ hm^2 , $P_{32} = 3$ 150 万 ~ 350 万 hm^2 1.5 × 10 ⁶ - 3.5 × 10 ⁶ hm^2 , $P_{32} = 2$ 小于 150 万 hm^2 < 1.5 × 10 ⁶ hm^2 , $P_{32} = 1$ 无种植 None, $P_{32} = 0$	1
	P_{33} 受害栽培寄主的特殊经济价值 Economic damage of the pest on native host species 受害寄主经济价值高或出口创汇高 The economic value or export volume of host is high, $P_{33} = 3$ 受害寄主经济价值一般或出口创汇一般 The economic value or export volume of host is commonly, $P_{33} = 2$ 受害寄主经济价值低或出口创汇低 The economic value or export volume of host is low, $P_{33} = 1$ 受害寄主无经济价值或无出口创汇 The host has no value or export earnings, $P_{33} = 0$	2
P_4 传播扩散的可能性 Possibility of spread	P_{41} 截获频次 Frequency of pest interception 经常被截获 Frequently, $P_{41} = 3$ 偶尔被截获 Occasionally, $P_{41} = 2$ 从未被截获或历史上只截获过少数几次 Not been intercepted or a few times, $P_{41} = 1$	1
	P_{42} 运输中有害生物的存活率 Survival rate of pest in transport 存活率在 40% 以上 > 40% of survival rate, $P_{42} = 3$ 存活率在 10% - 40% 之间 10% - 40% of survival rate, $P_{42} = 2$ 存活率在 10% 以下 < 10% of survival rate, $P_{42} = 1$ 存活率为 0 Unable to survival transport, $P_{42} = 0$	3

续表 1

评判指标 Evaluation indicators	评判标准 Evaluation criteria	赋分值 Score
P_{43} 国际分布 Distribution in other countries	全世界 50% 以上的国家有分布 >50% of countries of the world, $P_{43} = 3$ 全世界 25%~50% 以上的国家有分布 25%~50% of countries of the world, $P_{43} = 2$ 全世界少于 25% 的国家有分布 <25% of countries of the world, $P_{43} = 1$	1
P_{44} 国内的适生范围 Suitable area in PRA area	国内 50% 以上地区适生 >50% of the PRA area, $P_{44} = 3$ 国内 20%~50% 地区适生 20%~50% of the PRA area, $P_{44} = 2$ 国内 20% 以下地区适生 <20% of the PRA area, $P_{44} = 1$	2
P_{45} 自然传播途径 Means of spread	气传或自身传播力强 Spread by airflow or by itself, $P_{45} = 3$ 由活动力很强的介质传播 Medium dispersal capacity, $P_{45} = 2$ 土传或自身传播力弱 Soil-borne or weak dispersal capacity, $P_{45} = 1$	3
P_5 风险管理难度 Level of risk management	P_{51} 检疫鉴定的难度 Difficulty of quarantine 检疫方法可靠性低, 需要花费的时间很长 Low reliability, long period of quarantine time, $P_{51} = 3$ 检疫方法比较可靠, 但要花费很长时间才能检出 Higher reliability, long period of quarantine time, $P_{51} = 2$ 用常规的检疫方法, 花费一定时间可以检出 Conventional method, limited period of quarantine time, $P_{51} = 1$ 检疫方法非常可靠且简便快捷, 完全可以检出 Simple inspection with high reliability, $P_{51} = 0$	2
P_{52} 除害处理的难度 Efficiency of pest decontamination	现有的除害处理方法不能完全杀死 Nearly impossible to kill the pest, $P_{52} = 3$ 除害率低于 50% <50% of pest decontamination efficiency, $P_{52} = 2$ 50% ≤ 除害率 < 100% 50% ≤ pest decontamination efficiency < 100%, $P_{52} = 1$ 除害率达到 100% Complete elimination possible, $P_{52} = 0$	2
P_{53} 根除的难度 Efficiency of eradication of the pest	控制效果差, 成本高, 难度大, 不能根除 Poor efficiency, high difficulty and cost, can not be eradicated, $P_{53} = 3$ 控制效果一般, 成本较高, 难度较大, 几乎不能根除 Better efficiency, higher difficulty and cost, difficult eradication, $P_{53} = 2$ 控制效果好, 成本较低, 难度较小, 可以根除 Good efficiency, low cost and easy work, complete eradication possible, $P_{53} = 1$	2

3.2 定量分析和风险等级结果

根据各参数的赋值结果(表 1), 按照构建的蓝莓瘿蚊风险评估体系和多指标综合评估计算方法, 分别得到蓝莓瘿蚊的一级风险指标值:

$$P_1 = 3$$

$$P_2 = 0.6P_{21} + 0.2P_{22} + 0.2P_{23} = 2$$

$$P_3 = \max(P_{31}, P_{32}, P_{33}) = 2$$

$$P_4 = \sqrt[5]{P_{41} \times P_{42} \times P_{43} \times P_{44} \times P_{45}} = 1.78$$

$$P_5 = (P_{51} + P_{52} + P_{53}) / 3 = 2$$

$$R = \sqrt[5]{P_1 \times P_2 \times P_3 \times P_4 \times P_5} = 2.12$$

蓝莓瘿蚊入侵我国的综合风险值 R 等于 2.12, 根据有害生物的危险程度标准进行风险分级: 当 $R < 1.0$ 时, 无风险, 风险等级为 I 级; 当 $1.0 \leq R < 1.5$ 时, 为低风险, 风险等级为 II 级; 当 $1.5 \leq R < 2.0$, 为中风险, 风险等级为 III 级; 当 $2.0 \leq R < 2.5$, 为高风险, 风险等级为 IV 级; 当 $2.5 \leq R < 3.0$, 为极高风险, 风险等级为 V 级。结果表明, 目前蓝莓瘿蚊在我国的风险等级为高风险(IV 级)。

4 讨论与结论

蓝莓瘿蚊近年来在世界范围内传播扩散迅速,

是全球蓝莓产业发生危害严重的虫害。本文通过多指标综合评估方法分析该害虫入侵我国的风险, 结果表明, 其综合风险值(R)为 2.12, 风险等级为高风险。目前, 美国、加拿大、墨西哥、智利、乌拉圭、阿根廷、秘鲁、赞比亚等国新鲜蓝莓已获得我国检疫准入, 2019 年我国蓝莓进口量达 2.627 万 t, 蓝莓瘿蚊随进口蓝莓植株和果实传入我国的风险日益增大, 应引起相关部门的高度重视, 加强对该有害生物的分析与管控, 制定全面、系统的控制措施, 严防其入侵我国。依据国际植物检疫措施标准中的相关风险管理原则, 提出以下管理措施和建议。

(1) 有关部门应密切关注蓝莓瘿蚊全球发生扩散情况, 及时搜集和掌握最新研究资料, 深入开展风险分析与评估。根据口岸截获和风险评估结果, 对现有双边议定书开展回顾性审查, 将蓝莓瘿蚊列入输华蓝莓议定书中关注的检疫性有害生物, 建议并推动将蓝莓瘿蚊增补列入我国进境植物检疫性有害生物名录, 全面提升对蓝莓瘿蚊检疫管控力度, 使口岸检疫执法工作有法可依。

(2) 境外疫情发生国家的出口注册蓝莓果园需开展田间监测、出口前检疫、检疫处理等针对性管

控措施,确保相关出口产品不携带蓝莓瘿蚊。

(3)口岸海关应加强入境蓝莓种苗、鲜果的检疫力度,采取针对性检疫措施,同时严防通过旅客携带、寄递等非贸易渠道传入我国。一旦在口岸检疫查验中截获,应采取相应的检疫处理措施并及时发布警示通报。

(4)加大科研力量投入,及时关注和掌握国际相关检疫鉴定技术标准,并根据我国口岸检疫工作实际情况,研发制定准确快捷的蓝莓瘿蚊检疫鉴定标准与方法。

(5)强化对蓝莓瘿蚊的监测和预警,探索运用卫星遥感、物联网等技术建立完善的的监测预警体系。对于进口的蓝莓种苗严格开展隔离种植,一旦发现蓝莓瘿蚊,及时采取应急处置措施予以控制铲除,有效降低疫情传入扩散风险。

参考文献

付海滨,吴杏霞,刘伟,2013.葡萄粉蚧和日本臀纹粉蚧入侵我国的风险分析. *检验检疫学刊*, 23(1): 28, 63-66.

蒋青,梁忆冰,王乃杨,姚文国,1995.有害生物危险性评价的定量分析方法研究. *植物检疫*, 9(4): 208-211.

李俊峰,阿地力·沙塔尔,喻峰,买合木提·尼亚孜,2017.世界性害虫葡萄花翅小卷蛾入侵我国的风险分析. *生物安全学报*, 26(1): 52-57.

李丽敏,赵春雷,郝庆升,2010.中外蓝莓产业比较研究. *中国农学通报*, 26(23): 354-359.

李亚东,裴嘉博,孙海悦,2018.全球蓝莓产业发展现状及展望. *吉林农业大学学报*, 40(4): 421-432.

李亚东,盖禹含,王芳,刘成,刘有春,陈丽,2022.2021年全球蓝莓产业数据报告. *吉林农业大学学报*, 44(1): 1-12.

闫超杰,付海滨,胡姝,2022.树莓疫霉根腐病入侵我国的风险分析. *生物安全学报*, 31(1): 41-45.

张桂芬,刘万学,万方浩,洗晓青,张毅波,郭建洋,2018.世界毁灭性检疫害虫番茄潜叶蛾的生物生态学及危害与控制. *生物安全学报*, 27(3): 155-163.

COLLINS J A, DRUMMOND F A, 2019. The blueberry gall midge (Diptera: Cecidomyiidae): a recent pest of wild blueberry (*Vaccinium angustifolium*; Ericales: Ericaceae) and its impact on potential yield. *Journal of Economic Entomology*, 112(3): 1151-1161.

HAHN N G, ISAACS R, 2012. Distribution and phenology of *Dasineura oxycoccana* (Diptera: Cecidomyiidae) in Michigan blueberries. *Environmental Entomology*, 41(3): 455-462.

KIM H, SAONA C R, KWON D H, PARK S, KANG T J, KIM S J, HONG K J, LEE H S, 2015. Development and characterization of 12 microsatellite loci from the blueberry gall midge *Dasineura oxycoccana* (Diptera: Cecidomyiidae). *Applied Entomology and Zoology*, 50: 415-418.

SAMPSON B J, STRINGER S J, SPIERS J M, 2002. Integrated pest management for *Dasineura oxycoccana* (Diptera: Cecidomyiidae) in blueberry. *Environmental Entomology*, 31(2): 339-347.

STECK G J, LYRENE P M, PAYNE J A, 2000. *Blueberry gall midge, Dasineura oxycoccana* (Johnson) (Insecta: Diptera: Cecidomyiidae). Gainesville, FL: IFAS EDIS Ext. Publ.

SURVILIENĖ E, KAZLAUSKAITĖ S, 2019. First report of *Dasineura oxycoccana* in Lithuania—Short communication. *Plant Protection Science*, 55(3): 218-221.

YOSHIDA K, ELSAYED A K, MATSUURA H, HORIGOME M, AIZAWA T, TOKUDA M, 2017. Occurrence of *Dasineura oxycoccana* (Diptera: Cecidomyiidae) infesting cultivated blueberry in Japan. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 61(1): 25-28.

(责任编辑:郭莹)