

请参阅本出版物的讨论、统计资料和作者简介：<https://www.researchgate.net/publication/343863420>

巨人来了？预测亚洲大黄蜂（*Vespa mandarinia*, Hymenoptera:Vespidae）在美国的潜在传播和影响

虫害管理科学》中的文章--8月 2020

DOI: 10.1002/ps.6063

著作

17

3作者，包括。



Alberto J Alaniz

智利圣地亚哥大学

63出版物引文269

[查看简介](#)

阅读文章

2,523



Mario A Carvajal

智利天主教大学

23出版物引文125

[查看简介](#)

本出版物的一些作者也在从事这些相关项目的工作。



传染病的空间流行病学模型 [查看项目](#)



世界自然保护联盟生态系统红色名录（RLE）对智利的评估 [查看项目](#)

本页以下所有内容均由 [Alberto J Alaniz](#) 于 915 月 上传 2020.

用户要求对下载的文件进行改进。

巨人来了？预测亚洲大黄蜂 (*Vespa mandarinia*, Hymenoptera:Vespidae) 在美国的潜在传播和影响。

Alberto J Alaniz,^{a,b,c*}  Mario A Carvajal^{a,b}  和Pablo M Vergara^a



摘要

背景：生物入侵是农业、粮食生产和生物多样性方面的一个全球性问题。在入侵物种中，一些大黄蜂被认为对蜜蜂有严重的影响，如在欧洲发现的*Vespa velutina*的入侵。最近在美国西海岸的华盛顿州发现了*Vespa mandarinia*个体，引起了整个国家的警惕。在这里，我们估计了*V. mandarinia*在美国的潜在传播，分析了它对蜜蜂群、蜜蜂产业的经济损失和蜜蜂授粉的农田的潜在影响。

结果：我们发现*V. mandarinia*可以在西海岸的华盛顿州和俄勒冈州以及东海岸的相当大的比例上定居。如果这个物种扩散到全国各地，它可能威胁到±95216个蜜蜂5551群，威胁到蜂巢衍生产品和蜜蜂授粉作物生产的估计收入11.9美元和一百万美元101.8，同时在蜜蜂授粉的农田中定居数公里60837.8²。

结论：我们的结果表明，*V. mandarinia*将在美国产生严重的影响，需要及时采取监测行动，并在不同的行政级别进行规划，以避免其潜在的传播。

© 化学工业协会2020

支持信息可在本文的在线版本中找到。

1 简介

生物入侵是21世纪生物多样性和粮食生产的主要问题之一，是由不同国家的害虫引进引起的。^{1,2}入侵物种对新定居的地区有不利影响，如陆生和水生生态系统中当地物种组合的贫困化，^{3,4}以及提供虫害控制和授粉服务的关键昆虫的减少，如瓢虫、蝴蝶和蜜蜂。⁵⁻⁷在这个意义上，入侵的大黄蜂和黄蜂是特别有问题的，因为它们对当地的蜜蜂群有影响，并且可能对人类健康产生负面的影响，因为它们的刺伤和过敏性影响。^{8,9}在欧洲，意外引入的黄腿或亚洲大黄蜂 (*Vespa velutina* Lepeletier¹⁰) 对蜜蜂 (*Apis mellifera* Linnaeus¹¹) 产生了严重的后果，影响了它们的觅食活动和生存概率。¹²⁻¹⁵众所周知，*Vespa*属的大黄蜂对蜜蜂群有严重的负面影响，在攻击蜂巢的同时猎杀觅食者。¹⁴⁻¹⁷这些群居的大黄蜂生活在由蜂后建立的社会群体中，可

以在农业或城市景观等人类密集的地区产生蜂群。¹⁸在欧洲，黄腿大黄蜂的数量经历了在整个大陆的快速蔓延，2004年在法国，2010年在西班牙，2011年在比利时和葡萄牙，2013年在意大利，2014年在德国，2016年在英国和荷兰。2017。^{12,14}

和英国，分别。¹²一些研究表明，在尚未出现*V. velutina*的地区，这种控制成本可能要高得多，美国的成本为3140万美元。¹²

最近发现的亚洲大黄蜂(*Vespa mandarinia*) 史密斯¹⁹⁾ 在美国的一个社会性物种，它与美国总统奥巴马同属一个属。

V. velutina，已经在该国引起了一场警报。^{20,21}这种昆虫是世界上最大的大黄蜂，已知会捕食一些本地和经济上重要的物种，如蜜蜂。²²*V. mandarinia*个体的老化是由信息素协调的，它们用信息素来标记蜜蜂的蜂巢作为食物来源。¹⁷在它们的原生地，*Apis cerana* Fabricius²³(一个共生物种)通过对大黄蜂产生大规模的防御行动来应对*V. mandarinia*的捕食压力，这些大黄蜂被防御的蜜蜂捕获，增加它们的胸部温度，用热量杀死被吞噬的大黄蜂。²⁴尽管这种

防卫行为

* 通讯地址 : AJ Alaniz, Enrique Kirberg Baltiansky No:AJ Alaniz, Enrique Kirberg Baltiansky No. 03, Estación Central, Santiago, Chile. 电子邮件 : alberto.alaniz@usach.cl

a 智利圣地亚哥大学技术学院农业管理系，智利圣地亚哥。

b Ecogeografía, Centro de Estudios en Ecología Espacial y Medio Ambiente, Santiago, Chile.

c 智利圣地亚哥大学工程学院地理工程系，智利圣地亚哥，Departamento de Ingeniería Geográfica

对欧洲蜜蜂来说, 已经证明了最近对攻击的适应性反应,^{24,25} 减少*V. mandarinia*对蜜蜂影响的潜在战略应该考虑这两个物种之间在栖息地和生态位要求上的相似性。丰富的曼陀罗与城市景观中的绿地数量呈正相关, 这表明对其种群的控制应该集中在城市绿地上。²⁶另一方面。

*V. mandarinia*已被描述为对热和极端气候条件高度敏感的物种, 与高温有负面关系, 这在其他入侵的大黄蜂中发现。²⁷

最近在美国出现的*V. mandarinia*的报告提出了一个挑战, 即对其潜在的传播和对环境和经济的影响进行预测评估。*V. mandarinia*的存在与在其原生地发现的环境因素密切相关, 这表明生态位模型 (ENM) 技术是评估其潜在的全球和区域分布的适当方法, 同时确定解释这些模式的环境变量。^{12,27-31}在这里, 我们旨在量化*V. mandarinia*在美国的潜在分布, 评估受到威胁的蜜蜂蜂巢数量, 以及潜在的成本和可能被该物种入侵的农业用地的数量。

2 材料和方法

作为我们的主要方法, 我们使用了基于MaxEnt算法的ENM, 它结合了目标物种的空间明确的出现和一组环境预测变量来估计该物种的生境适宜性。³²ENM方法有助于估计一个物种的环境生态位要求, 并将这些要求预测到新的区域或整个时间, 考虑生态位的保守性和生态位-生物群落的双重性作为主要原则。³³⁻³⁶这种方法对于在引进一个物种之前预测潜在的可入侵区域是有用的, 对于评估模型在这些新区域产生的推断水平也是有用的。^{37,38}在这里, 我们预测了美国的*V. mandarinia*的环境适宜区, 认为亚洲的原生分布区是引进个体的主要来源。

2.1 数据来源 发生率数据集从全球生物多样性信息设施 (GBIF) 数据库和以前发表的研究中收集,^{18,22,26,39-44} 编制了一个发生率275的初始数据库。

表S1)。我们只考虑包括地理坐标的记录, 并删除重复出现的记录。另一方面, 考虑到以前对*V. velutina*^{12,27-31} 和*V. mandarinia*的研究²⁶结果, 最初的环境预测因子集包括气候和植被变量以及人类改造指数 (表S2)。气候变量包括来自WorldClim v2.0 plus的生物19气候变量。⁴⁶植被变量使用MODIS卫星植被指数计算, 生成2000年以来所有16天图像的中值。我们包括(i)与植被冠层中水分含量有关的诺玛尔化差异水指数 (NDWI); (ii)与植被叶绿素含量有关的增强植被指数 (EVI)。(iii)年净初级生产力(NPP), 衡量植物每年的生长情况, 单位为每年每平方米公斤碳(kg C/m²year⁻¹); 以及(iv)植被连续性场(VCF), 是指树冠封闭度, 表示为

百分比。我们还包括人类改造指数,⁴⁷这相当于对人类引起的环境改造的估计, 包括人类定居、农业、交通、电力基础设施、采矿和能源生产。⁴⁷所有变量的像素分辨率为1公里², 植被变量在基于云的Goo-gle Earth Engine平台上处理。⁴⁸

2.2 建模程序

首先, 我们通过地理信息系统 (GIS) 中使用SDMToolbox进行空间稀疏化处理, 减少了发生率的空间自相关, 这一过程选择并保持了间隔超过5公里的点。⁴⁹然后, 我们使用MaxEnt v3.4.1生成了一个初步的探索性模型, 考虑了环境变量25和非自相关的发生率数据集, 并使用10倍交叉验证技术运行。^{50,51}结果, 我们得到了贡献百分比和互换重要性作为变量重要性的衡量标准, 另外还计算了变量对之间的Spearman's相关性。然后, 为了避免潜在的过度多重共线性, 我们选择了对探索性模型具有最高重要性且低于|0.7| Spearman's相关性的变量。最后, 我们生成了一个模型, 考虑到10倍交叉验证技术, 其中包括非自相关的事件和探索性模型中的选定变量。这个模型是针对整个亚洲 (该物种的原生地) 生成的, 并考虑到生态位保护主义和生态位-生物群落的二重性, 预测到美国。⁵²由于入侵物种在殖民区不处于环境平衡状态, 我们的结果可以代表对美国潜在可入侵范围的保守估计。³³作为评估模型在可入侵区的推断的一个指标, 我们计算了10次重复的平均多变量环境相似面 (MESS)。³⁷这一分析使我们能够确定预测的美国可入侵范围的不确定性水平。

2.3 受威胁的蜜蜂群

为了确定受威胁的蜂群数量, 我们使用了美国国家农业统计局的数据(<https://quickstats.nass.usda.gov/results/98D6C754-2F7A-319C-95FE-CB8F673A140E>), 该数据报告了每个县的蜂群数量, 在该县收获或储存的蜂蜜中, 考虑到有超过5个蜂群的生产者。由于没有地理参考的全国性蜂群分布图, 我们假设每个县的蜂群密度是相同的, 因此生成了一个蜂群总数层。我们使用预测的适宜性作为可入侵区域内*V. mandarinia*的潜在适应性的代表,^{53,54}估计每个县的平均适宜性。然后, 我们用每个县的平均适合度层 (从1到01) 作为*V. mandarinia*对蜂巢影响程度的代表, 使用类似Alaniz等人提出的生物控制方法⁵⁵, 认为适合度是*V. mandarinia*潜在丰度的代表。^{56,57}我们将每个县的适宜性地图乘以每个县的殖民地总数, 得到受威胁的殖民地数量的估计。此外, 作为不确定性的衡量标准, 我们使用适宜性地图的标准偏差, 也乘以殖民地的数量。所有低于适宜度训练的第10个百分点的概率被认为是不重要的, 因此不包括在分析中。

2.4 蜂巢产品的潜在经济损失

为了估计蜂巢产品的潜在经济损失，我们使用美国国家农业统计局（NASS）登记的每个2017县的收入（<https://quickstats.nass.usda.gov/results/98D6C754-2F7A-319C-95FE-CB8F673A140E>）。我们采用与受威胁蜂群数量相同的程序来估计蜂巢产品带来的潜在经济损失，用适宜性地图作为*V. mandarinia*潜在丰度带来的潜在影响的代理。此外，作为不确定性的衡量标准，我们也使用适宜性地图的标准偏差。

2.5 受威胁的蜜蜂授粉的农田 考虑到*V. mandarinia*是蜜蜂的强大掠夺者，而蜜蜂被广泛用于授粉，我们量化了可能受影响的农田面积和来自这些作物的受威胁收入。

为了估计可能受影响的蜜蜂授粉农田的面积，我们结合了2019NASS提供的*V. mandarinia*适宜性地图和农田类型地图。首先，我们将美国曼陀罗的重要适宜度值重新分类为三类，即低、中和高，作为基于曼陀罗潜在丰度的潜在损害的代表。我们排除了适合度训练值的第10个百分点以下的概率，并将相等的间隔视为三个类别的阈值。然后，我们将适宜性等级地图与耕地地图重叠，对每个等级、耕地类型和县的面积进行量化。表S3显示了所包括的耕地和其他数据的完整列表。我们在此分析中排除了自花授粉和风媒授粉的作物。

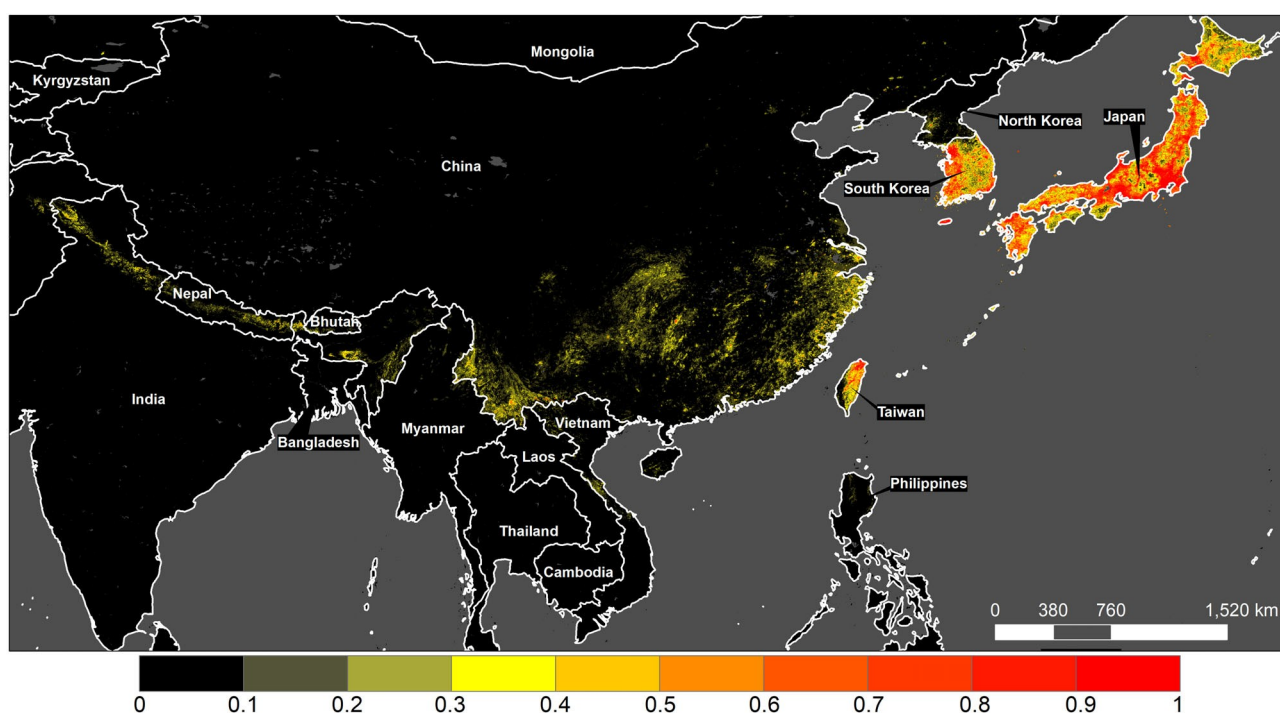
我们还估计了一个“受威胁的收入”，即每块由蜜蜂授粉的农田由于*V. mandarinia*的潜在殖民化而受到的威胁所产生的收入。这是用NASS提供的每个耕地类型和州的总收入数据以及*V. mandarinia*的适宜性地图来估计的。我们只包括

在NASS提供的2019年耕地地图中确定的作物类型。首先，我们将每种耕地类型的总收入除以各州的具体面积，得到每平方公里的收入估计数。对于数据库中没有报告收入的情况，我们假设每个作物类型的每平方公里收入在其他州或县中的中位数。然后，为了量化可能被柑橘树入侵的地区的收入威胁，我们将柑橘树的适宜性地图重新分类为二元存在-不存在地图（1=存在，0=不存在），将适宜性的第10个百分点作为阈值。最后，将鸳鸯草的存在-缺失图与每种耕地类型重叠，计算出潜在的受影响面积和受威胁的收入。

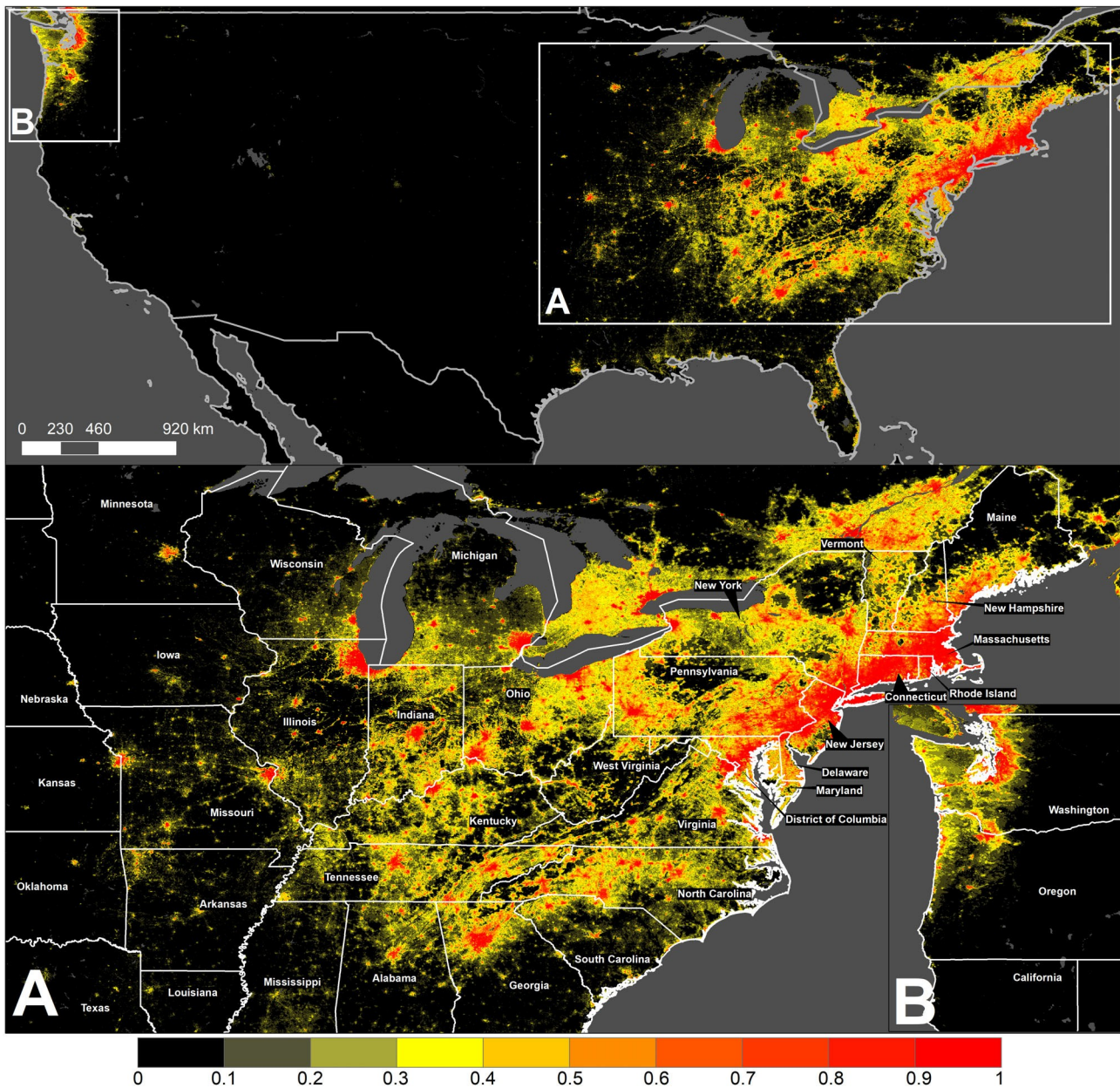
3 结果

3.1 潜在的传播

该模型达到了良好的性能，平均AUC测试为 0.975 ± 0.008 ，而MESS分析显示美国的预测适宜性外推水平较低（图S1和S2）。达到最重要贡献的变量对应于最干旱月份的降水（生物14）、人类修饰指数、初级生产力和年预降水（生物12），分别为51.7%、12.1%、9.9%和9.5%（表S4）。在最干旱的月份有50毫米的预降水，就达到了较高的适宜性，而人类改造指数与适宜性呈正相关（图S4）。与最温暖季节的温度有关的适宜性在20°C以上出现了强烈的下降，而温度的季节性在四个标准差时达到了峰值。适宜性随着树冠覆盖率的增加而增加，而正压差水指数呈现高斯模式，峰值为-0.05（图S4）。



图为*V. mandarinia*在其原产地（亚洲）的估计1.适宜性。低适宜性显示为黑色，而最高适宜性显示为红色。



图：美国的预测2.适宜性，两个高亮区域显示东海岸（A）和西海岸（B）。下部的适宜性等级显示从低（黑色）到高（红色）的数值。

该物种在其原生地主要分布在日本、韩国、台湾和中国沿海地区，它也存在喜马拉雅山脉的布坦、尼泊尔和印度的山区（图1和S3）。在美国，最高的适宜性值集中在东海岸和西北海岸区（图2）。在东海岸，最高适宜度集中在缅因州到弗吉尼亚州，宾夕法尼亚州到伊利诺伊州也有高适宜度（图2（A））。在西部沿海地区，较高的适宜性值集中在华盛顿州和俄勒冈州，以及加利福尼亚北部。

3.2 受威胁的群落

如果该物种在整个美国的可入侵区定居，总共有 95216 ± 5551 个蜜蜂群受到威胁（图3和4）。在西海岸，华盛顿有 4568 ± 299 个受威胁的

殖民地，而俄勒冈州有 1065 ± 72 个，占其殖民地总数的11.0%和1.8%（图3（A）和4（A））。在东海岸，拥有更多受威胁殖民地的州是纽约州、宾夕法尼亚州和北卡罗来纳州，有 $\pm 655, 10388$ 和 $541 \pm 11193 \pm$ 两个殖民地。

6886 ± 455 ，分别为（图3（B）和4（A））。在康涅狄格州、罗德岛州、马萨诸塞州、新泽西州、特拉华州、马里兰州和新罕布什尔州这七个州，超过50%的蜜蜂群受到威胁（表S5和S6）。

3.3 蜂巢产品的潜在损失

如果这个物种入侵所有合适的地区，那么从蜂巢衍生的产品中潜在的生态损失可能会达到美国。

每年 $11.98 \pm$ 万美元0.64。在西海岸，华盛顿州和俄勒冈州的经济

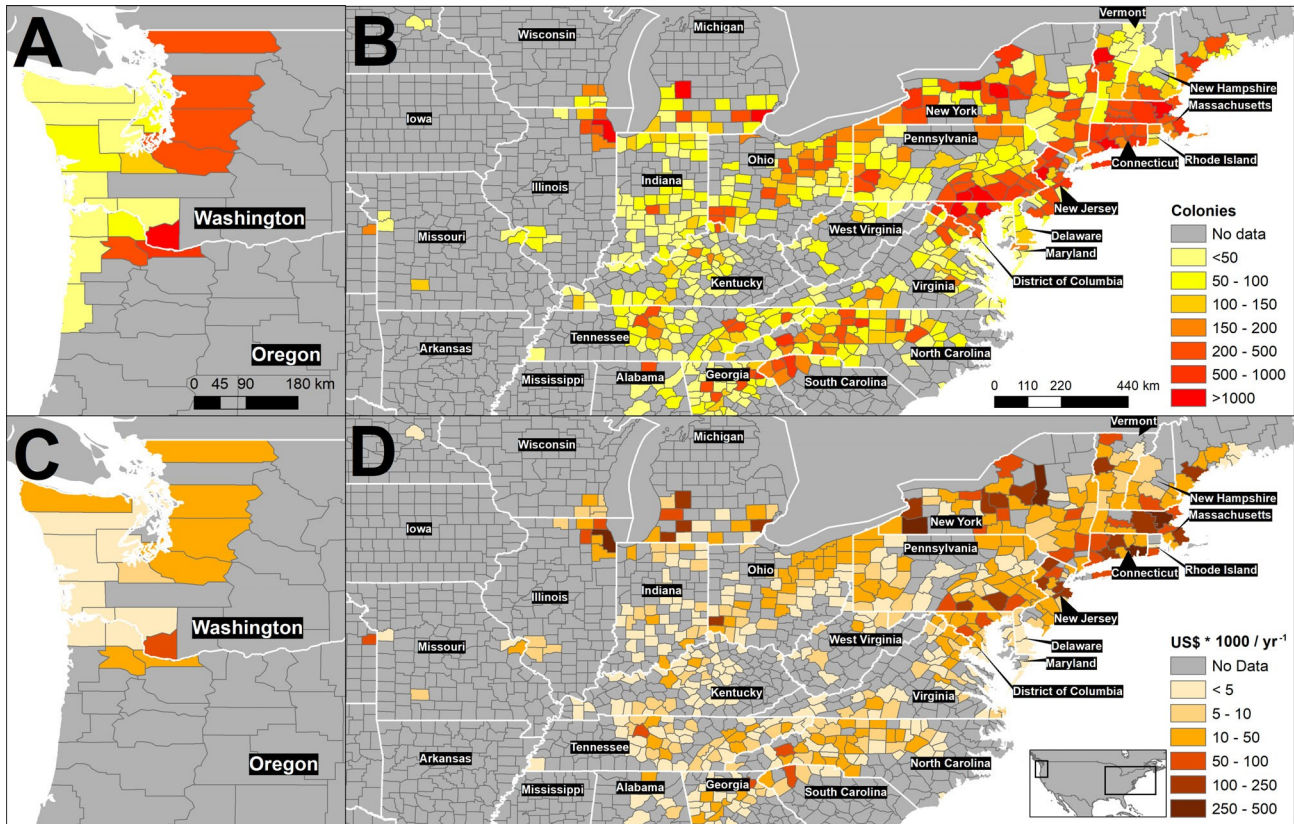


图3.上面的地图显示了西部 (A) 和东部 (B) 沿海地区受影响的蜜蜂群的估计数量。下面的地图对应的是西海岸 (C) 和东海岸 (D) 的蜜蜂衍生产品的估计经济损失, 单位是千美元 (每年 $\times 1000$ 美元)。

(图3 (C) 和4 (B))。在东海岸, 可能受影响最严重的州是纽约、马萨诸塞州和宾夕法尼亚州, 分别损失 232 ± 14 万美元、 121 ± 02 万美元和 109 ± 06 万美元 (图3 (D) 和4 (B))。七个州可能有超过50%的收入来自蜜蜂的威胁, 它们是马萨诸塞州、康涅狄格州、罗德岛州、新泽西州、特拉华州、马里兰州和新罕布什尔州。所有县和州的数据都显示在表S5和S6中。

3.4 受威胁的蜜蜂授粉的农田

全国受威胁的蜜蜂授粉农田总面积为 $60\,837.8$ 公里², 分别由 3385.1 、 $29\,813.0$ 和 $27\,639.8$ 公里²的高、中、低威胁等级组成 (表S7)。处于高威胁水平的最大区域是东海岸, 主要是马萨诸塞州、康涅狄格州和纽约州, 有和 $793.9, 578.6$ 公里², 分别是 (图5和表S7)。在西海岸, 华盛顿州分别有 26.9 公里²、 400.6 公里²和 118.5 公里²处于高、中、低威胁水平。在同一地区, 俄勒冈州分别有 12.7 公里²、 44.2 公里²和 14.3 公里²处于高、中和低威胁水平。完整的州名单见表S7。我们还发现, 紫花苜蓿/干草、苹果、葡萄和烟草是受威胁面积最大的作物, 分别为和 $58484.1, 522.9, 468.5$ 公里²和 432.9^2 (表S8)。

与蜜蜂授粉的农田有关的潜在受威胁收入每年达到 1.018 亿美元 (表S7和S8)。其中, 受威胁收入最多的州是北卡罗来纳州、新泽西州和弗吉尼亚州, 分别为 1980 万美元、美国每年 1850 美元和 1280 万美元 (图5)。在与蜜蜂-

我们发现, 棉花、苜蓿/干草、蓝莓和烟草的威胁收入最高, 分别为 2640 万美元、 2160 万美元、 1660 万美元和 1100 万美元 (表S9)。

4 讨论

4.1 模型结果和假设

最近在华盛顿州和不列颠哥伦比亚省 (加拿大)²⁰东南部发现的个体引起了这些地区的警觉。在这里, 我们预测这些地区的环境适合大黄蜂, 因此代表了它们在北美开始传播的一个潜在区域。ENM技术允许以良好的准确度预测入侵物种最近到达后的传播, 因此我们建议将控制行动集中在这些区域。^{38,51}然而, 我们也建议仔细解释我们的结果, 因为实际的经济成本和受影响的殖民地数量将取决于我们的方法中没有包括或预测的一些变量。量化蜜蜂死亡率和大黄蜂群落密度之间的关系, 对评估殖民化后的经济损失有很大的决定作用。虽然我们不能量化受影响的蜂群或损失的实际比例, 但我们的结果提供了一个在最坏情况下殖民化前的初始基线, 产生了一个潜在的高估风险。然而, 实际的风险可能在当地范围内有所不同, 这取决于管理行动以及大黄蜂密度的影响如何随养蜂场的大小而变化。在管理方面, NASS的调查数据没有考虑到蜂群在各县之间为授粉而进行的移动, 当蜂群被移动到高风险区时, 会造成低估。

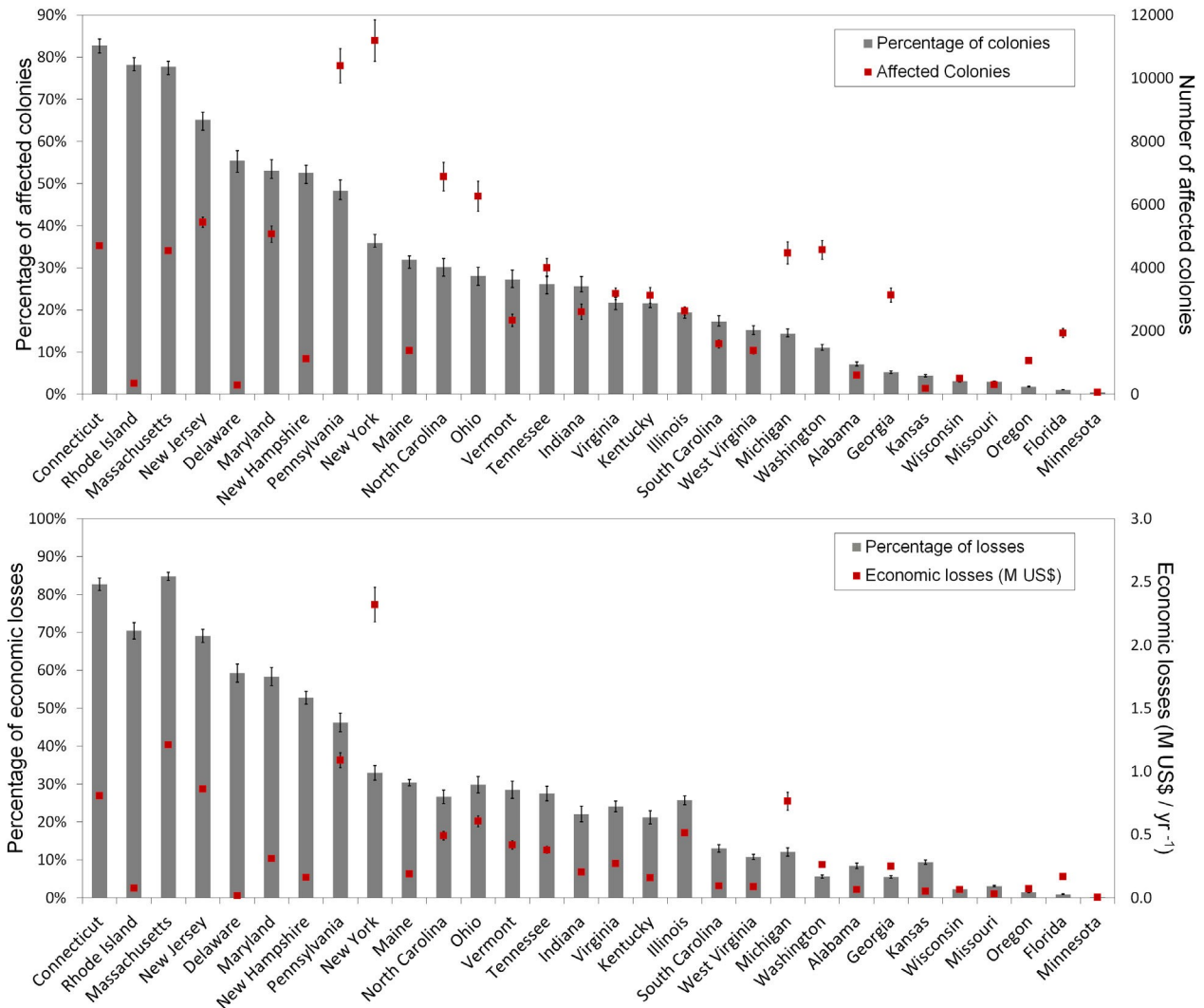


图4.上图显示了每个州受影响蜂群的百分比（灰条）和受影响蜂群的数量（红点）。下图显示了经济损失占蜜蜂产业总收入的百分比（灰条）和以千美元计的损失金额。

但当蜂群被移到低风险区时，也会被高估。关于养蜂场的规模，在亚洲，地方规模的研究表明，由于蜂群中有大量的防御性个体，随着养蜂场规模的扩大，大黄蜂的影响会降低。^{17,58}此外，研究还发现，化学诱导的行为变化可以产生对蜜蜂攻击大黄蜂的适应性反应，这在这里提出的大规模模型中很难预测。^{16,22}由于缺乏关于整个国家养蜂场规模的明确的空间尺度信息，这些变量没有被包括在我们的估计中。然而，我们建议，进一步的研究应该在局部范围内模拟蜜蜂和马蜂的相互作用，以减少损失估计的不确定性。其他更多的机械方法也可以用来估计潜在的传播、建立和互动区域，正如在欧洲以前的研究中对*V. velutina*的研究。^{28,59}我们建议，采用不同方法的新研究应测试其结果与我们的结论是否一致，以减少从业者和决策者的不确定性。此外，我们建议对世界上该物种可能在未来定居的其他地区进行新的研究。

我们的研究结果表明，东海岸非常适用于*V. mandarinia*的建立和传播，这个地区还没有这种物种的记录，因此有必要采取预防措施以避免可能的入侵。环境对*V. mandarinia*的适宜性与最干旱季节的中等降水量和高年预降水量高度相关。沙漠生态系统可能是一个重要的传播障碍，防止在该国内部地区的传播。另一个重要的变量是净初级生产力，这一结果与Azmy等人的研究结果一致，¹⁹他们发现在其原生地，曼陀罗的丰度与城市景观的植被指数呈正相关。此外，人类影响与适宜度值的正相关关系表明，受干扰的栖息地和人类介导的扩散有利于该物种，正如以前对类似物种的研究中所发现的那样。^{13,28,60}就树冠覆盖率而言，Azmy等人²⁶在中国城市环境中也发现了类似的结果，绿地的质量有利于**柑橘**的丰度。适宜性与最温暖和最干燥季节的温度之间的关系表明了一个问题。

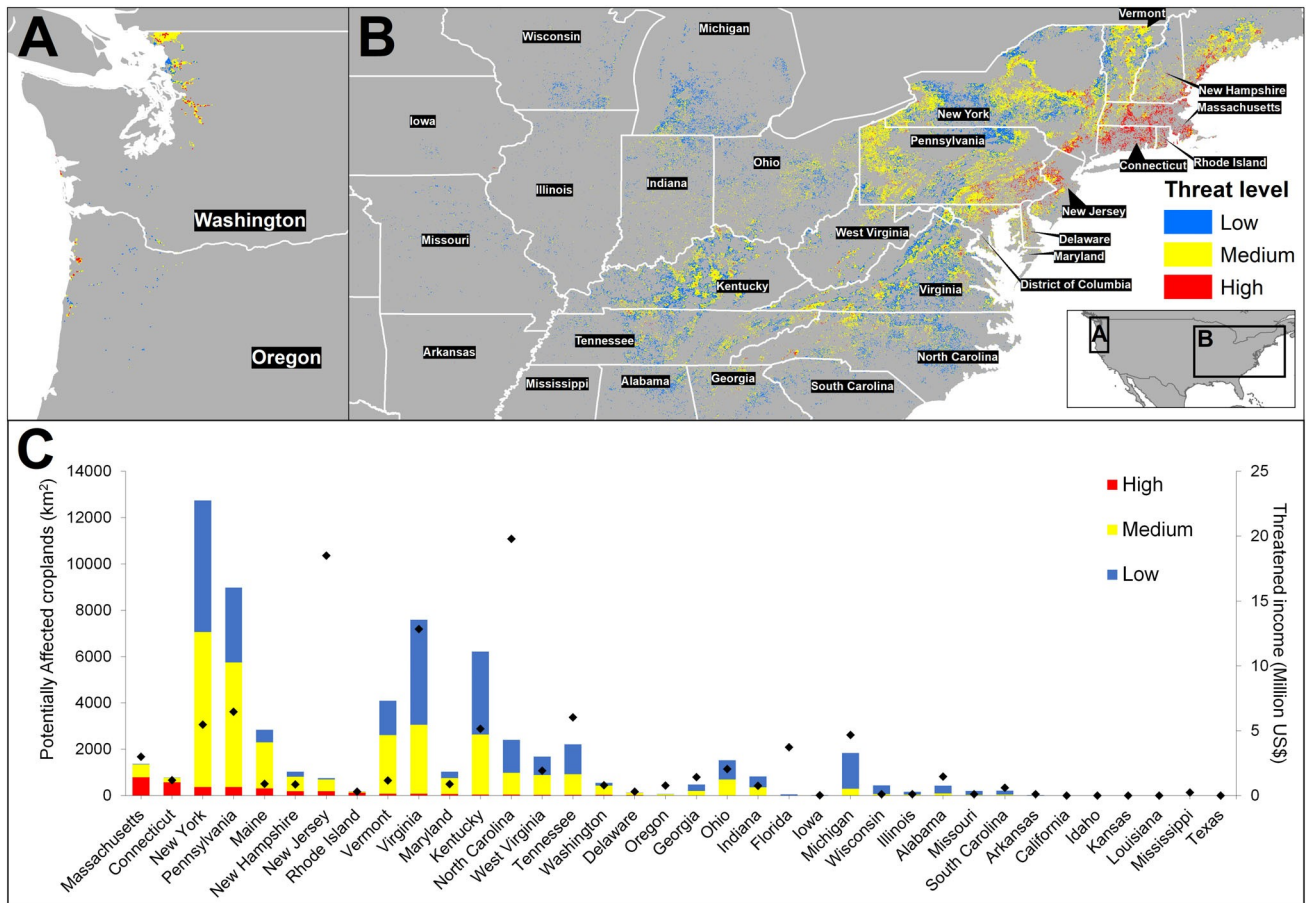


图5. 美国西海岸 (A) 和东海岸 (B) 可能受 *V. mandarinia* 影响的蜜蜂授粉的农田地图。 (C) 由蜜蜂授粉的农田面积和受威胁的收入，按威胁程度和庄园计算。

该物种对温带气候的依赖性，这可能会阻止它向干旱地区扩展。

4.2 潜在的影响和控制

蜜蜂捕食是与大黄蜂物种入侵有关的主要经济影响，对作物授粉和蜜蜂衍生产品的生产构成了严重威胁。^{12,14,16} 在欧洲，黄腿大黄蜂已经导致了与蜜蜂群的损失、用于作物授粉的蜜蜂减少和控制行动有关的严重成本。^{12,13,15} 减少与采样和监测入侵物种有关的结果的战略将涉及公民科学计划的实施。^{61,62} 当我们识别的物种是明显的，如 *V. mandarinia*，这些项目是非常有用的。事实上，在意大利为 *Vespa crabro* Linnaeus 实施了¹¹ 一个成功的计划。⁶¹ 另一个重要的问题是与中小蜜蜂所有者的经济帮助计划有关，他们可能遭受巨大的损失。在这方面，我们为州和县级政府的决策提供了一个空间上的明确工具。这种信息可以帮助地方政府确定不控制这种入侵物种所产生的潜在成本，使他们能够在出现潜在负面影响的情况下计划他们的预算。我们发现，这个物种的潜在影响可能会对全国的蜜蜂群构成重要威胁，也会给这个行业带来经济损失。这一点很重要。

由于一些由蜜蜂授粉的作物的产量受蜜蜂授粉的影响很大，所以特别值得关注。⁶³ 此外，国际协议要求一定的水果口径和质量，这也受到有效授粉的影响，因此，蜂群的枯竭会严重影响农业生产。

肯尼迪等人说，⁶⁴ 无线电追踪，在潜在的全国性传播之前，识别和摧毁大黄蜂的巢穴，对最近殖民的美国的 *V. mandarinia* 监测计划可能有用。另一方面，应用控制措施也是必要的，如 Turchi 和 Derjard 所说，⁶⁵ 他们提供了一系列物理和生物措施来控制欧洲的 *V. velutina*。美国农业部 (USDA) 最近的一份文件提出了高度相关的害虫应对准则，以控制 *V. mandarinia* 种群。²¹ 该文件建议使用致命的和被动的陷阱，以及一系列有效的杀虫剂来对付 *V. mandarinia* 和不同规模的控制行动。²¹ 仅在欧洲，入侵物种的控制措施的经济成本就达到了美国的一半。每年 134 亿美元，而仅在法国，与 *V. velutina* 有关的成本可能达到每年 1330 万美元。在这里，我们推算出每年的预计损失为 1.137 亿美元。然而，我们的研究中没有包括与控制行动相关的成本，最终可能会大大增加这些金额（即 Barbet-Massin 等人估计¹² 的约 2600 万美元）。*V. velutina*）。除了经济损失和负面影响外

绒毛虫对蜜蜂的影响, 引起了对公共健康的关注, 因为人类对它的刺有过敏反应。⁶⁶

我们相信, 我们的地图和统计资料将有助于对这一物种的反应和规划, 为行政层面的特定指标评估提供一个空间上的明确基础。我们建议将这里的地图和统计数据与美国农业部最近的害虫应对指南一起使用,²¹ 以便促进和构建国家和次国家的强有力的控制战略, 并明确潜在后果的空间范围。

鸣谢

Pablo M. Vergara由FONDECYT的project1180978资助。Alberto J. Alaniz和Mario A. Carvajal分别由CONICYT-PFCHA/ Doctorado Nacional 2020-21201496和2020-21201494资助。

支持信息

支持信息可在本文的在线版本中找到。

参考文献

- Núñez MA和Pauchard A, 《发展中国家和发达国家的生物入侵: 一种模式是否适合所有?》*Biol Invasions* 12: 707-714 (2010).
- Perrings C, Dehnen-Schmutz K, Touza J and Williamson M, How to manage biological invasions under globalization.*Trends Ecol Evol* 20: 212- (2152005).
- Gallardo B, Clavero M, Sánchez MI and Vilà M, 水生生态系统中入侵物种的全球生态影响。*Glob Chang Biol* 22:151-163 (2016).
- Early R, Bradley BA, Dukes JS, Lawler JJ, Olden JD, Blumenthal DM 等人, 21世纪外来入侵物种的, 全球威胁和国家应对能力。*Nat Commun* (72016).
- Aizen MA, Smith-Ramírez C, Morales CL, Vieli L, Sáez A, Barahona-Segovia RM et al., 需要协调的物种进口政策来减少全球范围内的严重入侵: 南美的外来流浪者案例。*J Appl Ecol* 56:100-106 (2019)。
- Roy HE, Adriaens T, Isaac NJB, Kenis M, Onkelinx T, Martin GS et al., Invasive alien predator causes rapid declines of native European ladybirds.*Divers Distrib* 18:717- (7252012).
- Baker AM和Potter DA, 入侵的纸蜂将城市授粉者的花园变成了帝王蝶幼虫的生态陷阱。*Sci Rep* 10: 9553 (2020).
- Beggs JR, Brockerhoff EG, Corley JC, Kenis M, Masciocchi M, Muller F et al., 生态效应和外来入侵的Vespidae的管理。*生物控制* 56:505- (5262011).
- Clapperton BK, Alspach PA, Moller H and Matheson AG, 普通黄蜂和德国黄蜂(膜翅目: 蜂科) 对新西兰养蜂业的影响。*N Z J Zool* 16:325-332 (1989).
- Lepeletier de Saint-Fargeau A, *Histoire naturelle des insectes.Hyménoptères*.Roret, Paris (1836).
- 林奈(Linnaeus C), 《自然系统》(*Systema naturae per regna tria naturae*), 第二部分: 类、序、属、种, 以及特征、区别、同义、地点。Impensis Direct, Laurentii Salvii, Holmiae (1758)。
- Barbet-Massin M, Salles J-M and Courchamp F, 控制入侵的亚洲黄腿大黄蜂的经济成本。*新生物群* 55: 11-25 (2020)。
- Monceau K, Bonnard O和Thiéry D, *Vespa velutina*: 欧洲蜜蜂的新入侵捕食者。*J Pest Sci* 87:1-16 (2014).
- Requier F, Rome Q, Chiron G, Decante D, Marion S, Menard M等人, 入侵的亚洲大黄蜂的预处理影响了西欧蜜蜂的觅食活动和生存概率。*J Pest Sci* 92: 567578(2019).
- Laurino D, Lioy S, Carisio L, Manino A and Porporato M, *Vespa velutina*: an alien driver of honey bee colony losses.*Diversity* 12:1-15 (2020).
- Tan K, Dong S, Li X, Liu X, Wang C, Li J et al., Honey bee inhibitory signaling is tuned to threat severity and can act as a colony alarm signal.*PLoS Biol* 14:e1002423 (2016).
- 小野M、五十嵐T、大野E和佐佐木M, 蜜蜂对大黄蜂大规模攻击的不寻常的热防御。*自然* 377:334-336 (1995).
- Yoshimoto J, Kakutani T and Nishida T, Do battles lead to coexistence? 发酵树液上的昆虫群落结构中干扰竞争的作用。*Ecol Entomol* 32:552- 558(2007).
- Smith F, Descriptions of some new and apparently undescribed species of hymenopterous Insects from North China, collected by Robert Fortune.*Trans R Entomol Soc London* :335- (441852).
- Gill C, Jack C and Lucky A, *Vespa mandarinia* Smith (1852) (Insecta: Hymenoptera: Vespidae).*edis2020* :5 (2020).
- (USDA) New Pest Response Guidelines *Vespa mandarinia* Asian giant hornet (2020). [https://cms.agr.wa.gov/WSDAKentico/Documents/PP/-PestProgram/Vespa_mandarinia_NPRG_10Feb2020- \(002\) .pdf](https://cms.agr.wa.gov/WSDAKentico/Documents/PP/-PestProgram/Vespa_mandarinia_NPRG_10Feb2020- (002) .pdf)。
- McClenaghan B, Schlaf M, Geddes M, Mazza J, Pitman G, McCallum K et al., 蜜蜂 (*Apis cerana*和*Apis mellifera*) 对*Vespa mandarinia*标记和警报信息素的行为反应。*J Apic Res* 58:141- (1482019).
- Fabricius JC, *Entomologia systematica emendata et aucta*.Christ.Gottl. Proft, Hafniae (1793).
- Abrol DP, *Apis cerana* F. 对捕食性黄蜂的防御行为。*J Apic Sci* 50 :39- (462006).
- Hosono S, Nakamura J and Ono M, European honeybee defense against Japanese yellow hornet using heat generation by bee-balling behavior.*Entomol Sci* 20:163-167 (2017).
- Azmy MM, Hosaka T and Numata S, 日本名古屋四种大黄蜂对城市绿化水平的反应: 对城市绿地的生态系统服务的影响。*Urban For Urban Green* 18:117- 125(2016).
- Bessa AS, Carvalho J, Gomes A and Santarém F, Climate and land-use drivers of invasion: predicting the expansion of *Vespa velutina nigrithorax* into the Iberian Peninsula.*Insect Conserv Divers* 9 :27-37(2016).
- Robinet C, Darrouzet E and Suppo C, Spread modelling: a suitable tool to explore the role of human-mediated dispersal in the range expansion of the yellow-legged hornet in Europe.*Int J Pest Manag* 65: 258-267 (2019).
- Villemant C, Barbet-Massin M, Perrard A, Muller F, Gargominy O, Jiguet F et al., 用生态位模型预测外来蜂鹰黄腿大黄蜂*Vespa velutina nigrithorax*在欧洲和其他大陆的入侵风险。*Biol Conserv* 144:2142- (21502011).
- Barbet-Massin M, Rome Q, Muller F, Perrard A, Villemant C and Jiguet F, 气候变化增加了黄腿大黄蜂的入侵风险。*Biol Conserv* 157:4-10(2013).
- Fournier A, Barbet-Massin M, Rome Q and Courchamp F, Predicting species distribution combining multi-scale drivers.*Glob Ecol Conserv* 12:215-226 (2017)。
- Elith J和Leathwick JR, 物种分布模型: 跨空间和时间的生态学解释和预测。*Annu Rev Ecol Syst* 40:677- 697(2009).
- Gallien L, Douzet R, Pratte S, Zimmermann NE and Thuiller W, 入侵物种分布模型 - 违反平衡假设如何创造新的见解。*Glob Ecol Biogeogr* 21:1126- 1136 (2012)。
- Broennimann O和Guisan A, 预测当前和未来的生物入侵: 本地和被入侵的范围都很重要。*Biol Lett* 4: 585-589 (2008).
- Broennimann O, Treier UA, Müller-Schärer H, Thuiller W, Peterson AT and Guisan A, Evidence of climatic niche shift during biological invasion.*Ecol Lett* 10: 701- (7092007).
- Peterson AT and Soberón J, Species distribution modeling and ecological niche modeling: getting the concepts right.*Nat Conserv* 10:102 - 107(2012).
- Elith J, Kearney M and Phillips S, The art of modelling range-shifting species.*Methods Ecol Evol* 1: 330- (3422010).
- Alaniz AJ, Soares AO, Vergara PM, Azevedo EB and Grez AA.*Harmonia axyridis*在葡萄牙亚速尔群岛的入侵失败。气候的限制或错误的种群起源? *Insect Sci* (2020). <http://dx. doi.org/10.1111/1744-7917.12756>.

- 39 Liu AZ, Kress WJ, Wang H and Li DZ, 中国云南特有的单型属*Musella* (Musaceae)的昆虫授粉。*Plant Syst Evol*235:135-146 (2002).
- 40 Fujiwara A, Sasaki M and Washitani I, 首次报告了*Apis cerana japonica*的紧急舞蹈, 它诱发了对*Vespa mandarinia japonica*侦察的气味植物材料收集。*Ento-mol Sci* 21:93-96 (2018)。
- 41 Kim WM, Kim SY and Song W, 影响城市绿地中大黄蜂 (*Vespa*属) 的发生和多样性的微生境特征。*Landsc Ecol Eng* 16:173-186 (2020).
- 42 Makino S, Kawashima M and Kosaka H, 在韩国首次记录了*Xenos moutoni* (Strepsiptera; Stylopidae)的发生, 它是大黄蜂 (膜翅目: 蜂科: *Vespa*) 的重要寄生虫。*J Asia Pac Ento- mol*14:137-139 (2011).
- 43 Suenami S, Konishi Nobu M和Miyazaki R, 大黄蜂、最大的食人蜂、*Vespa mandarinia*和*V. similima*的肠道微生物群落分析。*Sci Rep*9:1-13 (2019).
- 44 Yoshimoto J, 吸引树液的昆虫对竞争者的回避和捕食成功率的种间差异。*Eur J Entomol* 106:529-533 (2009).
- 45 GBIF.org, GBIF Occurrence, GBIF.org. 2020.
- 46 Fick SE and Hijmans RJ, WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas.*Int J Climatol* 37:4302- 4315(2017).
- 47 Kennedy CM, Oakleaf JR, Theobald DM, Baruch-Mordo S and Kiesecker J, Managing the middle: a shift in conservation priorities based on the global human modification gradient.*Glob Chang Biol*25:811-826 (2019)。
- 48 Gorelick N, Hancher M, Dixon M, Ilyushchenko S, Thau D and Moore R, Google Earth Engine: planetary-scale geospatial analysis for every-one.*Remote Sens Environ* 202:18- (272017).
- 49 Brown JL, SDMtoolbox: a python-based GIS toolkit for landscape genetic, biogeographic and species distribution model analyses.*Methods Ecol Evol* 5:694- 700 (2014)。
- 50 Carvajal MA, Alaniz AJ, Smith-Ramírez C and Sieving KE, Assessing habitat loss and fragmentation and their effects on population viability of forest specialist birds: linking biogeography and population approaches.*Divers Distrib* 24:820- 830 (2018)。
- 51 Carvajal MA, Alaniz AJ, Núñez-Hidalgo I and González-Céspedes C, Spatial global assessment of the pest *Bagrada hilaris* (Burmeister) (Heteroptera: Pentatomidae): current and future scenarios.*Pest Manag Sci*75:809-820 (2019)。
- 52 Wiens JJ, Ackerly DD, Allen AP, Anacker BL, Buckley LB, Cornell HV *et al.*, Niche conservatism as an emerging principle in ecology and conservation biology.*Ecol Lett*13:1310- (13242010).
- 53 West AM, Kumar S, Brown CS, Stohlgren TJ and Bromberg J, Field validation of an invasive species Maxent model.*Ecol Inform*36:126- (1342016).
- 54 Searcy CA and Shaffer HB, Field validation supports novel niche modeling strategies in a cryptic endangered amphibian.*生态学*37: 983-992 (2014)。
- 55 Alaniz AJ, Núñez-Hidalgo I, Carvajal MA, Alvarenga TM, Gómez-Cantillana P and Vergara PM.生物控制作为减少经济损失和碳排放机制的当前和未来空间评估: 非洲*Solanum sisymbriifolium*的案例。*Pest Manag Sci* 76:2395-2405 (2020)。
- 56 VanDerWal J, Shoo LP, Johnson CN和Williams SE, 丰度和环境生态位: 从生态位模型估计的环境适宜性预测当地丰度的上限。*Am Nat* 174:282- (2912009).
- 57 Martinez-Meyer E, Diaz-Porras D, Peterson AT and Yanez-Arenas C. Ecological niche structure and rangewide abundance patterns of species. *Biol Lett*9:20120637-20120637 (2012).
- 58 Sugahara M, Nishimura Y and Sakamoto F, 日本蜜蜂和大黄蜂在蜂球内高二氧化碳和湿度条件下的热敏性差异。*Zoolog Sci* 29:3036(2012).
- 59 Keeling MJ, Franklin DN, Datta S, Brown MA and Budge GE, 预测亚洲大黄蜂 (*Vespa velutina*) 侵入英国后的传播。*Sci Rep*7:1-7 (2017).
- 60 Robinet C, Suppo C和Darrouzet E, 入侵性黄腿大黄蜂在法国的快速传播: 人类介导的破坏作用和控制措施的效果。*J Appl Ecol* 54:205- 215 (2017)。
- 61 Pusceddu M, Floris I, Mannu R, Cocco A and Satta A, Using verified citizen science as a tool for monitoring the European hornet (*Vespa crabro*) in the Island of Sardinia (Italy).*NeoBiota* 50:97-108 (2019).
- 62 Comont RF和Ashbrook K, 评估公民科学生物记录的推广方法: 大黄蜂作为一个群体与*Harmonia axyridis*作为瓢虫的旗舰。*生物控制*. 62:309- (3182016).
- 63 Stein K, Coulibaly D, Stenchly K, Goetze D, Porembski S, Lindner A等人, 蜜蜂授粉提高了西非布基纳法索经济作物的产量和质量。*Sci Rep*7:17691 (2017).
- 64 Kennedy PJ, Ford SM, Poidatz J, Thiéry D and Osborne JL, Searching for the nest of the invasive Asian hornet (*Vespa velutina*) using radio- telemetry.*Commun Biol* 1:88 (2018).
- 65 Turchi L和Derijard B, 欧洲*Vespa velutina nigrithorax* (Hym.: Vespidae)的生物和物理控制选项: 回顾。*J Appl Entomol* 142:553-562 (2018)。
- 66 de Haro L, Labadie M, Chanseau P, Cabot C, Blanc-Brisset I and Penouil F, 法国西南部亚洲黑蜂 (*Vespa velutina*) 入侵的医疗后果。*Toxicon* 55:650- (6522010).

