

基于 MaxEnt 模型的小麦印度腥黑穗病在中国的适生性分析

常志隆^{1,2,3}, 周益林^{1*}, 赵遵田², 段霞瑜¹

(1. 中国农业科学院植物保护研究所, 植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100193;

2. 山东师范大学生命科学院, 济南 250014; 3. 山东潍坊学院生物工程学院, 潍坊 261061)

摘要 本文用 MaxEnt 软件对小麦印度腥黑穗病(Karnal bunt)在我国的潜在分布进行了预测。结果表明,小麦印度腥黑穗病在中国适生范围广。根据适生值的大小,中风险区和高风险区主要分布在我国华北、黄淮海、西南、西北、长江中下游和东北地区的小麦主产区,加强这些区域的调查监测和检疫对保护我国的小麦生产有重要意义。

关键词 小麦印度腥黑穗病; 风险评估; 适生性; MaxEnt

中图分类号: S 41-30 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2010.03.026

Suitability analysis of Karnal bunt in China based on MaxEnt model

Chang Zhilong^{1,2,3}, Zhou Yilin¹, Zhao Zuntian², Duan Xiayu¹

(1. State Key Laboratory for Biology of Plant Disease and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China;

2. College of Life Sciences, Shandong Normal University, Ji'nan 250014, China;

3. College of Bioengineering, Weifang University, Weifang 261061, China)

Abstract Karnal bunt caused by *Tilletia indica* Mitra, was an important quarantine disease of wheat in the world. The potential risks of this disease in China were analyzed by using MaxEnt software. The results indicated that Karnal bunt has large suitable areas in China. Zones of moderate and high risk covered northern China, Plain of Yellow River and Huaihe River, southwestern China, northwestern China, northeastern China, middle and lower Plain of Yangtze River. The main areas of wheat are planted in these regions. It is therefore necessary to quarantine and monitor Karnal bunt in China.

Key words Karnal bunt; risk assessment; suitability; MaxEnt

小麦印度腥黑穗病(*Tilletia indica* Mitra)是一种世界检疫性病害。该病最早于 1909 年在巴基斯坦的 Faizalabad 地区被发现^[1]。1930 年小麦印度腥黑穗病在印度北部卡纳尔地区首次被正式记载,因此该病又称作卡纳尔腥黑穗病^[2]。小麦印度腥黑穗病以冬孢子在土壤中越冬,翌年气候适宜时在小麦扬花期萌发侵染。病菌的冬孢子抗逆性强,主要寄主有小麦和黑麦^[3]。此病害对小麦造成的危害不仅仅是减产,还严重影响小麦的品质,麦谷中有 1%~4% 籽粒被感染时,就可使小麦面粉带有浓烈的鱼腥味而不适宜人类食用^[4]。小麦印度腥黑穗病的病

菌孢子可通过多种途径传播和入侵,其中带菌种子和原粮是远距离传播的重要途径。因此,当该病害传播到包括世界小麦主产国美国等一些国家时,引起了世界上小麦种植国家的普遍关注和高度警惕^[5]。

20 世纪 80 年代以来,我国口岸检疫人员多次从墨西哥、印度和巴基斯坦等国进口的种子和原粮中检到此病害。由于有些进口粮口岸、小麦制粉厂与农田毗邻,进口粮加工后生成的带菌麦麸、粉尘和下脚料以及喂食牲畜后的粪便等均可重复性累积该病菌冬孢子,而小麦印度腥黑穗病菌冬孢子能

收稿日期: 2009-09-21

修订日期: 2010-03-02

基金项目: 国家“973”项目(2009CB119200); 国家科技支撑计划项目(2006BAD08A15)

* 通信作者 E-mail: yilinzhou6@yahoo.com.cn

在田间土壤中存活多年,一旦遇到适宜气候条件及感病寄主,就可能发病。该病害对我国小麦生产潜在威胁比较大,对其在我国的风险分析研究尤为迫切。1997 年白章红等利用地理信息系统对该病的适生性进行了初步研究^[6]。本文在前人研究的基础上采用 MaxEnt 软件对小麦印度腥黑穗病菌在我国的潜在分布区进行了预测,以期为我国检疫部门制订防止该病传入和扩散蔓延的预防措施提供依据。

1 材料与方法

1.1 软件来源

本研究主要采用的 MaxEnt 软件从 www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent 免费下载,目前版本为 3.2。用于图形处理的 GIS 软件由中国农业科学院植物保护研究所提供,版本为 ArcGIS 8.3。

1.2 环境数据

地图资料:ArcGIS 8.3 中需要的地图数据采用从国家基础地理信息系统(<http://nfgis.nsd.gov.cn/>)下载的 1:400 万的中国行政区划图,该行政区划图为国家基础地理信息系统于 2005 年 10 月 24 日更新的 ARC/INFO E00 格式。

环境变量数据:本研究中环境数据从 WORLDCLIM(<http://www.worldclim.org/>)免费下载得到,其中包括地形环境数据(数字高程、坡度、坡向)、植被信息数据(植被、灌溉水累积量、灌溉水方向)、气候条件数据(年降水量、年最低温度、年最高温度、年平均温度、年湿度、年蒸发量)3 类,以上数据为 ASCII 栅格数据,在 MaxEnt 中可直接应用^[7-8]。

1.3 小麦印度腥黑穗病地理分布数据的收集与处理

小麦印度腥黑穗病地理分布数据的获取是依据国内外公开发表的相关论文和 EPPO 公布的小麦印腥在世界范围的分布图,然后在地名数据库(geographic names database, GNDB)中查找相应的经纬度,经核对位置后,采取随机抽样的方法选取 100 个分布点,根据 MaxEnt 软件要求,将小麦印度腥黑穗病实际分布点按物种名、分布点经度和分布点纬度顺序储存成后缀名为 csv 格式的文件^[9-11]。

1.4 研究方法

将分布数据和环境数据导入 MaxEnt,根据实际分布点数量情况进行调试,随机选取 25% 的分布点作为测试集,剩余的作为训练集,其他参数均为软件默认值,运行得出全球气候条件适宜小麦印度腥黑穗病的适生区,输出格式为 ASCII 栅格图层,利用 ArcGIS 作我国行政区域内的栅格运算。根据适生指数大小,将我国的适生区划分为高风险区(>25)、中风险区($6\sim25$)、低风险区($0.01\sim5$)和基本不发生区($0\sim0.01$)。

2 结果

2.1 小麦印度腥黑穗病的分布

到目前为止,该病被 78 个国家列为检疫对象,根据其发生的地区,该病表现出了对不同地域气候具有广泛适应性的特点^[12],现在主要分布于印度的北部和中部^[13]、墨西哥、巴基斯坦、阿富汗、伊拉克、伊朗、尼泊尔、叙利亚、南非、美国(亚利桑那、加利福尼亚、新墨西哥、得克萨斯)^[14]和巴西^[15]等国家和地区。

2.2 MaxEnt 模型预测结果

采用 MaxEnt 和 GIS 对小麦印度腥黑穗病在我国适生区划分析的结果见图 1(本图投影为 Lambert_Conformal_Conic 投影)。

高风险区(>25):主要分布在山东、北京和天津的全部,河北省的中南部,西藏靠近尼泊尔的西部地区 and 靠近青海的东部地区,以及辽宁南部沿海,安徽和江苏北部,河南东北部、新疆中南部,陕西和山西中部的少数地区。

中风险地区($6\sim25$):主要分布在江苏和安徽北部,西藏、辽宁、河南、山西大部,陕西北部,甘肃东部和中部少数地区,宁夏中北部,内蒙古中南部和东北部,吉林和黑龙江的西部,青海中南部少数地区,云南大部 and 四川的东部,另外在新疆中南部和北疆的少数地区也有分布。

低风险区($0.01\sim5$):主要分布在新疆北部,甘肃中南部,内蒙古北部,宁夏、陕西、河南、江苏和安徽南部,黑龙江东北部,吉林东部,云南西部和东部少数地区,四川西部和东部,重庆、浙江全部,贵州、青海、江西、湖北、湖南、福建大部、上海全部、广东和广西大部。

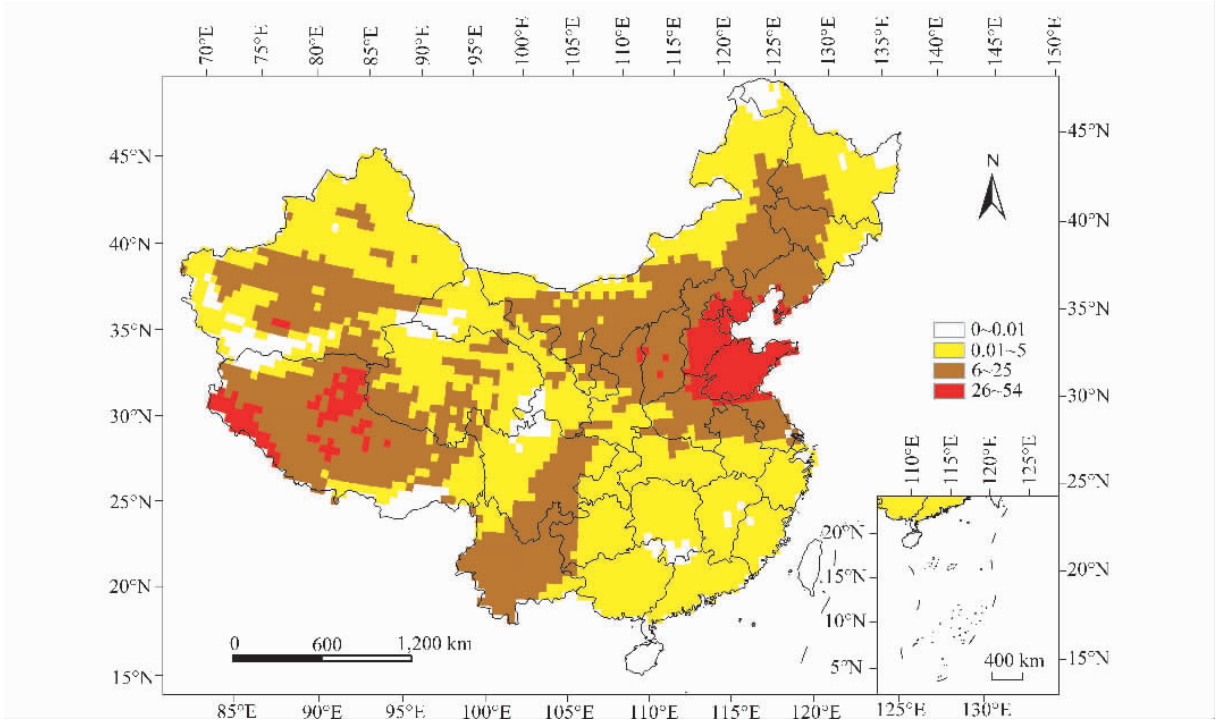


图 1 小麦印度腥黑穗病在我国的适生区划图

3 讨论

目前对植物病害适生性进行预测分析的软件和方法很多,其中应用较广的有气候相似距、CLIMEX、GARP 等软件^[7-8]。MaxEnt 是近几年刚开发出来的物种地理分布预测软件,一般采用 AUC(areas under curve,曲线下面积)对预测结果的好坏进行判断,模型的 AUC 值越大,表示环境变量与预测的物种地理分布模型之间相关性越大,越能将该物种的有无分布判别开,其预测效果也就越好,所以本研究尝试使用 MaxEnt 对小麦印度腥黑穗病在我国的潜在地理分布进行初步分析。预测结果的 AUC 值是 0.989,由此可见结果具有一定的可信性。要使 MaxEnt 的预测结果更为准确,需要一定数量精确又有代表性的物种已知地理分布点数据,还需要选择影响物种分布的关键环境变量以建立相对准确的模型,其基础就是要充分了解物种的生物学和生态学特性。

小麦在我国是仅次于水稻的主要粮食作物,尤其在北方地区是食用最广的细粮作物。本研究的结果表明,此病害在中国的适生区为除新疆和西藏交界的少数地区、黑龙江西部与内蒙古东北的交界

和黑龙江东北少数地区、海南和台湾全省以外的其他所有区域。根据适生值的范围,印度腥黑穗病在我国小麦主产区的山东、河南、山西、安徽、河北、江苏等地风险很高,特别是山东、河北、江苏三地口岸较多,而且是高风险地区,所以这些地区要加强防范该病的入侵。白章红等采用 GIS 软件对印度腥黑穗病适生区预测的分布范围主要包括我国的中部和南部,以及东北的大部分地区,而本研究预测结果我国南部的大部分省份虽然有适生的可能性,但不是高、中风险区;对我国的东北、中部、华东等地区本研究的预测结果与白章红等的结果大部分相似^[6]。

参考文献

[1] EPPO. Data sheets on quarantine pests-*Tilletia indica* [Z]. EPPO A1 list; No. 23.
[2] Mitra M. A new bunt on wheat in India[J]. Annals of Applied Biology, 1931,18:178 - 179.
[3] Aujla S S, Indu S, Sharma I. New host records of *Neovossia indica*[J]. Indian Phytopathology, 1987,40:437.
[4] Mehdi V L, Joshi M, Abrol Y P. Studies on chapatti quality VI. Effect of wheat grains with bunts on the quality of chapatties[J]. Bull Grain Tech, 1973, 11:195 - 197.