

献率见表 2,从表中可以看出,11 月的降水量(prec11),温度季节性变动系数(bio4),降水量季节性变动系数(bio15),最热季节的降水量(bio18),海拔(alt)对 3 种害虫的分布影响较

大。其次,3 月的平均温度(Tmean3)对二化螟的分布也发挥着重要的作用,8 月的平均最低温度(Tmin8)对于负泥虫和潜叶蝇的分布也是重要的一个主导因子。

表 1 黑龙江省各市害虫的预测风险值比较

Table 1 Comparison of the prediction values of pests in Heilongjiang province

对象序号 Object ID	F1	F2	东经 East longitude	北纬 North latitude	负泥虫 <i>Oulema oryzae</i> Kumayama	潜叶蝇 <i>Hydrellia</i> <i>griseola</i>	二化螟 <i>Chilo</i> <i>suppressalis</i>
1	齐齐哈尔市	齐齐哈尔市	123.918186	47.354348	0.519	0.548	0.393
2		讷河市	124.882870	48.466592	0.336	0.382	0.229
3	大庆市	大庆市	125.103784	46.589309	0.539	0.543	0.361
4	绥化市	绥化市	126.968887	46.653845	0.655	0.614	0.489
5		肇东市	125.961814	46.051126	0.651	0.639	0.545
6		安达市	125.352188	46.423508	0.527	0.546	0.353
7		海伦市	126.973143	47.461971	0.594	0.555	0.285
8	哈尔滨市	哈尔滨市	126.534967	45.803775	0.731	0.721	0.652
9		双城市	126.312745	45.383263	0.691	0.682	0.646
10		阿城市	126.958098	45.548669	0.696	0.650	0.590
11		尚志市	128.009894	45.209586	0.630	0.627	0.538
12		五常市	127.167619	44.931992	0.642	0.634	0.582
13	牡丹江市	牡丹江市	129.633168	44.551653	0.357	0.463	0.456
14		海林市	129.380481	44.594213	0.294	0.413	0.393
15		宁安市	129.482851	44.340720	0.319	0.438	0.434
16		绥棱市	127.114832	47.236015	0.674	0.608	0.353
17		绥芬河市	131.152545	44.412308	0.018	0.041	0.040
18	鸡西市	鸡西市	130.969333	45.295075	0.267	0.267	0.323
19		密山市	131.846635	45.529774	0.331	0.351	0.330
20		虎林市	132.937210	45.762685	0.448	0.433	0.402
21	七台河市	七台河市	131.003138	45.771726	0.340	0.385	0.352
22	双鸭山市	双鸭山市	131.159133	46.646508	0.409	0.456	0.369
23	佳木斯市	佳木斯市	130.318878	46.799777	0.585	0.585	0.498
24		富锦市	132.037686	47.250107	0.637	0.602	0.485
25		同江市	132.510919	47.642707	0.655	0.606	0.405
26	鹤岗市	鹤岗市	130.297964	47.349916	0.423	0.464	0.294
27	伊春市	伊春市	128.841147	47.727536	0.441	0.469	0.312
28		铁力市	128.032421	46.986639	0.599	0.562	0.408
29	黑河市	黑河市	127.528293	50.245129	0.505	0.501	0.160
30		五大连池市	126.205516	48.517257	0.294	0.326	0.144
31		北安市	126.481867	48.239135	0.319	0.035	0.163
32	大兴安岭地区	大兴安岭地区	124.711526	52.335262	0.004	0.021	0.001

表 2 环境因子对 MaxEnt 预测二化螟分布的
相对贡献率

Table 2 Relative contribution rate of bioclimatic
variables to the MaxEnt model for *Chilo
suppressalis*

变量 Variables	对 MaxEnt 预 测的贡献率 Contribution rate of MaxEnt	变量 Variables	对 MaxEnt 预 测的贡献率 Contribution rate of MaxEnt
Prec_11	23.2	Tmin_4	0.9
Bio_15	20.4	Tmean_10	0.8
Bio_4	17.7	Tmean_8	0.5
Bio_18	8.9	Bio_7	0.3
Alt	7.9	Bio_9	0.3
Tmean_3	7.9	Prec_10	0.3
Tmin_8	3.0	Tmin_10	0.1
Prec_8	2.6	Prec_6	0.1
Tmax_11	2.2	Tmax_4	0.1
Tmean_11	1.6	Bio_1	0.1
Tmax_2	1.1	Prec_3	0.1

表 3 环境因子对 MaxEnt 预测负泥虫分布的
相对贡献率

Table 3 Relative contributions of bioclimatic
variables to the MaxEnt model for *Oulema
oryzae* Kumayama

变量 Variables	对 MaxEnt 预 测的贡献率 Contribution rate of MaxEnt	变量 Variables	对 MaxEnt 预 测的贡献率 Contribution rate of MaxEnt
Bio_4	21.8	Prec_6	0.4
Bio_18	13.9	Tmin_11	0.4
Prec_11	13.5	Tmax_11	0.4
Tmin_8	13.5	Prec_5	0.3
Bio_15	11.2	Prec_3	0.3
Alt	8.8	Tmin_3	0.3
Prec_1	4.8	Bio_3	0.2
Prec_8	4.6	Prec_9	0.2
Prec_12	1.6	Bio_10	0.2
Tmean_3	1.5	Bio_9	0.1
Bio_7	0.6	Bio_13	0.1
Tmean_11	0.5	Prec_7	0.1
Tmean_10	0.5		

表 4 环境因子对 MaxEnt 预测潜叶蝇分布的
相对贡献率

Table 4 Relative contributions of bioclimatic
variables to the MaxEnt model for
Hydrellia griseola

变量 variables	对 MaxEnt 预 测的贡献率 Contribution rate of MaxEnt	变量 Variables	对 MaxEnt 预 测的贡献率 Contribution rate of MaxEnt
Prec_11	24.6	Prec_10	0.4
Bio_4	20.5	Tmean_10	0.3
Bio_15	17.9	Prec_6	0.3
Tmin_8	11.1	Tmax_3	0.3
Alt	8.0	Prec_9	0.2
Bio_18	7.0	Bio_7	0.2
Tmax_1	2.2	Tmean_11	0.2
Prec_1	1.6	Tmin_3	0.2
Tmax_2	1.5	Bio_6	0.2
Prec_12	0.9	Tmin_7	0.1
Bio_3	0.8	Bio_1	0.1
Prec_5	0.4	Prec_2	0.1
Bio_9	0.4	Tmean_2	0.1
Tmax_12	0.4		

3 结论与讨论

随着经济、社会的快速发展,人民生活水平日益提高,食品安全问题成为人们讨论和关注的热点问题之一,也渐渐成为衡量一个国家经济实力的重要指标。黑龙江省作为我国水稻生产的第一大省,受到虫害的影响之巨大是不可估量的,因农药化学防治具有防治效果好、速度快、杀虫谱广、成本低、使用简便等优点,从而得到迅速发展,并成为防治病虫草害保证植物增产丰收的一个重要手段。然而,我国在农药的使用上存在许多不良习惯,带来了许多负面效应,比如病虫的抗药性日趋严重,防治效果不断下降从而加大单位面积农药的使用量及使用次数,形成恶性循环;稻米中的农药残留超标,危及农产品质量和消费者的身体健康;同时,化学农药的使用也造成了土壤环境污染,破坏农田生态系统,影响环境安全,不利于农业生产的可持续发展。

然而,到目前为止人类还没有找到一个既能保护农作物,又不会对食物品质和环境造成危害的栽培方法。因此,要想满足人口不断增长的需要,在今后相当长时期内,农药在我国农业生产中仍将具有重要地位。今后要努力的方向就是通过科学的施用农药,做到在防治害虫的同时,又尽量减少对环境造成不可逆转的破坏。此次研究,就是通过运用 MaxEnt 模型和 ArcGis 软件,定量预测了黑龙江省水稻田中主要害虫(二化螟、负泥虫和潜叶蝇)的地理分布,这就为害虫的防治提供了一定的科学依据,可以合理地指导生产者提前采取措施,做到准确掌握害虫的发生面积,发生的中心区、防治范围,不随意扩大用药范围,以促进农业可持续发展。

参考文献:

- [1] 孙祥军. 稻田生态系统和水稻害虫的发展[J]. 黑龙江科技信息, 2012 (31): 258.
- [2] 赵黎明, 李明, 郑殿峰, 等. 灌溉方式与种植密度对寒地水稻产量及光合物质生产特性的影响[J]. 农业工程学报, 2015, 31(6): 159-169.
- [3] 田丽娟. 论黑龙江省寒地水稻发展概况及栽培技术[J]. 农业与技术, 2016, 36(4): 112.
- [4] 迟力勇, 王玉荣. 黑龙江省水稻二化螟的发生规律与防治方法[J]. 黑龙江农业科学, 2008(3): 145-146.
- [5] 王立达. 气候变暖对黑龙江省水稻二化螟为害影响及绿色防控对策研究[J]. 农业与技术, 2016, 36(17): 97-98.
- [6] 苍安平. 寒地水稻潜叶蝇的发生与防治[J]. 北方水稻, 2014(1): 54.
- [7] 程宝建. 水稻潜叶蝇、负泥虫发生与防治[J]. 中国农业信息月刊, 2015(5): 42.
- [8] 辛惠普, 王丽艳, 林志伟, 等. 黑龙江垦区水稻害虫种类调查[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2004, 16(2): 1-4.
- [9] 韩永强, 侯茂林, 林炜, 等. 北方稻区水稻害虫发生与防治[J]. 植物保护, 2008, 34(3): 12-17.
- [10] 郭水良, 高平磊, 娄玉霞. 应用 MaxEnt 模型预测检疫性杂草毒莠苣在我国的潜分布范围[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2011, 29(5): 15-19.
- [11] 于晶, 唐艳雪, 郭水良. 基于 GIS 和 MaxEnt 比较中国砂藨属与紫萼藨属植物地理分布[J]. 植物科学学报, 2012, 30(5): 443-458.

Prediction of Geographical Distribution of Three Rice Pests in Heilongjiang Province

DI Shu-xian, WANG Xiao-long

(Center of Conservation Medicine and Ecological Safety, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China)

Abstract: In recent years, *Chilo suppressalis*, *Hydrellia griseola* and *Oulema oryzae* Kumayama were seriously outbreak in the main rice areas of Heilongjiang province, and the long-term unreasonable use of pesticides caused great damage in the ecological environment. Therefore, it is important to predict the geographical distribution of three pests in rice fields for the rational use of pesticides to prevent pests and to protect the ecological environment. Based on the 68 environmental factors and the actual distribution of the three pests collected, using MaxEnt and ArcGis software, quantitative prediction of the geographical distribution of three pests in Heilongjiang province was carried out. The results were verified by ROC curve analysis. The results showed that Harbin city, including Shuangcheng city, Acheng city, Wuchang city and Shangzhi city, were a common high risk area for three pests. Mudanjiang city, Hegang city, Yichun city, Shuangyashan city and Qitaihe city were low risk areas, in the Daxinganling area and Suifenhe city and other places almost had no distribution. This conclusion would provide reference for reducing pesticide use and protecting the ecological environment.

Keywords: Maxent model; *Chilo suppressalis*; *Hydrellia griseola*; *Oulema oryzae* Kumayama; distribution prediction