

紫茎泽兰对我国花生产业造成的潜在经济损失评估

方焱¹ 秦萌² 李志红³ 秦誉嘉³ 王聪³ 赵谈³ 吴志刚^{4*}

(1. 天津出入境检验检疫局, 天津 300461;

2. 全国农业技术推广服务中心, 北京 100125;

3. 中国农业大学 农学与生物技术学院, 北京 100193;

4. 西藏大学农牧学院, 西藏 林芝 860000)

摘要 为了明确紫茎泽兰对我国在生产业可能造成的直接影响,本研究在收集、分析国内外相关资料的基础上,采用@RISK软件和随机模拟的方法,建立了紫茎泽兰对我国花生产业造成的潜在经济损失评估模型,从紫茎泽兰可能造成的直接经济损失和防治费用2个方面进行了评估。评估结果显示,紫茎泽兰对我国花生产业造成的潜在经济损失总值可达46.49~582.39亿元,花生产业潜在经济损失的损失率在11.25%~59.19%。

关键词 紫茎泽兰;花生;@RISK;经济损失;预测;有害生物风险分析

中图分类号 S 41-30;S 565.2

文章编号 1007-4333(2015)06-0146-06

文献标志码 A

Potential economic impact of *Ageratina adenophora* (Spreng.) on peanut industry in China

FANG Yan¹, QIN Meng², LI Zhi-hong³, QIN Yu-jia³,

WANG Cong³, ZHAO Tan³, WU Zhi-gang^{4*}

(1. Tianjin Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Tianjin 300461, China;

2. National Agro-technical Extension and Service Center, Beijing 100125, China;

3. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

4. Agricultural and Animal Husbandry College of Tibet University, Linzhi 860000, China)

Abstract In order to confirm the direct economic losses caused by *Ageratina adenophora* on peanut industry in China, In this study, we collected and analyzed data from articles. By combining the @RISK software and the stochastic simulation method, the model of the potential economic impact on peanut industry caused by *A. adenophora* was built, the direct economic losses and the cost of prevention and control caused by *A. adenophora* in China were estimated. The results showed that the estimated total economic cost was 4.649 – 58.239 billion Yuan and the potential loss rate of peanut industry was estimated to be 11.25% – 59.19%.

Key words *Ageratina adenophora*; peanut; @RISK; economic losses; forecast; pest risk analysis

紫茎泽兰 *Ageratina adenophora* (Spreng.) 属菊科多年生草本植物, 又名破坏草、解放草^[1-2]。该草起源于中美洲墨西哥, 现已入侵至亚洲南部和东南部, 以及新西兰、南非等国家和地区^[3-6]。自1949

年紫茎泽兰经缅甸和越南传入我国云南, 现已广泛分布于云南、贵州、四川、重庆、广西和西藏等地区, 并仍在以一定速度随西南风向东和向北传播^[7-9]。紫茎泽兰同本地物种竞争水、肥及光照等, 其根部化

收稿日期: 2015-04-29

基金项目: 农业部外来入侵生物防治项目(U071,U337)

第一作者: 方焱, 助理农艺师, 主要从事有害生物风险分析研究, E-mail: fangy@tjciq.gov.cn

通讯作者: 吴志刚, 助理研究员, 主要从事有害生物风险分析研究, E-mail: wuzhigang@cau.edu.cn

感作用抑制其他植物的生长发育,导致入侵地生态系统崩溃,形成密集成丛的紫茎泽兰单优势群落^[10-12]。

有害生物所造成的损失包括产量、品质和防治费用等方面的直接损失以及对环保、商贸和加工等方面的间接损失^[13]。2011年,澳大利亚专家 Cook 等^[14]针对梨火疫病,结合 @RISK 软件,从消费者剩余和生产者剩余等方面,评估了梨火疫病对澳大利亚进口新西兰苹果所造成的经济损失;2011年,饶玉燕等^[15]评估了棉花曲叶病毒可能对棉花造成的经济损失。2013年,马兴莉等^[16]评估了橘小实蝇、瓜实蝇和南亚果实蝇 3 种实蝇对广东省瓜果蔬菜生产及相关产业造成的经济损失;2014年,方焱^[17]评估了南亚果实蝇对我国南瓜产业造成的经济损失。

本研究结合 @RISK 软件和随机模拟,对紫茎泽兰在我国花生产业方面造成的潜在经济损失进行评估。评估结果拟明确紫茎泽兰对我国花生产业可能造成的直接影响程度,以期为决策部门制定检疫防控措施提供信息和技术支持,从而保护我国花生产业的生产安全。

1 材料与方 法

1.1 @RISK 软件及评估方法

@RISK 是美国 Palisade 公司开发,工作原理是基于 Monte Carlo 随机模拟方法,利用各种概率分布对各种可能出现的结果进行模拟,最后统计得出构成风险的各种事件的发生概率,对风险的不确定性进行定量的预测。@RISK 工具常用的概率分布有:正态分布、三角分布和 Pert 分布。@RISK 工具也可以进行灵敏性分析,该功能可以分析出对输出结果有影响的输入变量^①。本研究采用的版本是 @RISK5.5.1,在运用 @RISK 软件的基础上,采用拉丁超立方抽样,模型的迭代次数为 10 000 次,模拟次数为 1。

1.2 紫茎泽兰对我国花生产业造成的潜在经济损失评估模型

1.2.1 紫茎泽兰对我国花生产业造成的潜在经济损失评估内容

紫茎泽兰对我国花生产业造成的潜在经济损失

包括直接经济损失和防治费用支出。

直接经济损失指紫茎泽兰入侵后侵占花生生长空间或者由于化感作用影响花生生长造成的损失,即对花生本身造成的经济损失,主要包括花生产量下降引起的损失和花生品质下降而引起的损失。

防治费用支出指紫茎泽兰发生地相关单位或者个人防治紫茎泽兰所支出的费用,主要包括防治过程中化学药品的费用、劳动力费用、设备燃料费、防治装置费用和防治设备费等^[15]。参照前人^[15]研究方法,在本研究中,只考虑用于防治紫茎泽兰所投入的农资费用。

1.2.2 紫茎泽兰对我国花生产业造成的潜在经济损失评估模型

根据以上分析,紫茎泽兰对我国花生产业造成的潜在经济损失包含直接经济损失和防治费用。因此,得出如下模型:

$$F = F_1 + F_2$$

式中: F 为经济损失总量, F_1 为直接经济损失量, F_2 为防治费用支出量。

1.2.2.1 直接经济损失量

直接经济损失量指紫茎泽兰侵占花生的生长空间或由于化感作用直接导致花生的损失,即对花生本身造成的经济损失,主要包括花生产量下降引起的损失和由于花生品质下降而造成的损失,模型如下:

$$F_1 = F_{11} + F_{12}$$

式中: F_{11} 为产量变化引起的经济损失量, F_{12} 为质量下降引起的经济损失量。

1)产量变化引起的经济损失量 F_{11}

紫茎泽兰侵占花生的生长空间或由于化感作用引起花生产量变化而产生的经济损失量的计算模型为:

$$F_{11} = Q_1 \times I \times R \times P_c / (1 - R)$$

式中: Q_1 为紫茎泽兰适生区的花生年产量, I 为紫茎泽兰对花生的感染率, R 为花生受紫茎泽兰感染后产量损失率, P_c 为花生的市场价格水平。其中,紫茎泽兰适生区的花生年产量指紫茎泽兰在我国的适生区中花生种植的年产量;紫茎泽兰对花生的感染率指单位花生种植面积中被紫茎泽兰感染花生的种植面积的比例;花生受紫茎泽兰感染后产量损失

① Palisade Corporation. Guide to Using @RISK, 2005

率指被紫茎泽兰感染的花生单位种植面积花生产量损失量与感染前花生产量的比值;花生的市场价格水平指没有发生紫茎泽兰危害时花生的市场价格水平。

2) 质量下降引起的经济损失量 F_{12}

紫茎泽兰感染花生后引起花生品质变化而产生的经济损失量的计算模型为:

$$F_{12} = Q_1 \times I \times ((1 - R) / (1 - R)) \times (P_c - P_2) = Q_1 \times I \times (P_c - P_2)$$

式中: P_2 为品质下降时花生的市场价格水平,即受紫茎泽兰感染后的花生市场价格水平。

1.2.2.2 防治费用支出量

防治费用支出量指紫茎泽兰发生地相关单位或者个人防治紫茎泽兰所支出的费用。在本研究中,只考虑用于防治紫茎泽兰所投入的农资费用。其计算模型为:

$$F_2 = S \times I \times C$$

式中: S 为紫茎泽兰适生区花生种植面积, I 为紫茎泽兰对花生的感染率, C 为单位面积花生疫区防治成本。其中,紫茎泽兰适生区花生种植面积指紫茎泽兰适生区内花生的种植面积(非适生区内花生的种植面积不作计算);单位面积花生疫区防治成本指单位面积内由于防治紫茎泽兰而支出的单位成本。

1.3 紫茎泽兰对我国花生产业造成潜在经济损失评估相关数据的确定

1.3.1 紫茎泽兰适生区的花生年产量(Q_1)

利用 GARP 生态位模型与 ArcGIS 软件相结合的方法,在收集整理紫茎泽兰国内外相关分布信息的基础上,分析得出了紫茎泽兰在我国的潜在适生区(如图 1)。

参照农业部种植业司数据库数据,花生可在我国除青海省以外的所有地方种植^[18]。花生种植区大于紫茎泽兰适生区,而且紫茎泽兰只能在适生区对花生造成危害。因此,根据紫茎泽兰在我国的适生区结果,统计了 2002—2012 年我国各省、直辖市的花生产量数据。通过数据分析,采用 Pert 分布对紫茎泽兰适生区内的花生年产量进行拟合。结果表明:2002—2012 年,紫茎泽兰适生区内的花生年产量最小值为 2006 年的 848.06 万 t,最大值为 2012 年的 1 107.61 万 t,平均值为 959.54 万 t。

1.3.2 紫茎泽兰对花生的感染率(I)

丁晖指出,在云南和四川选取的 5 处不同生境紫茎泽兰的平均覆盖度达 60%~100%^[19]。紫茎泽

兰发生较轻的地区,紫茎泽兰对花生的感染率可能接近零。因此,也可以采用 Pert 分布对紫茎泽兰对花生的感染率进行拟合。Pert 分布的最小值为 0,最大值为 1,最可能值为平均值 0.8。

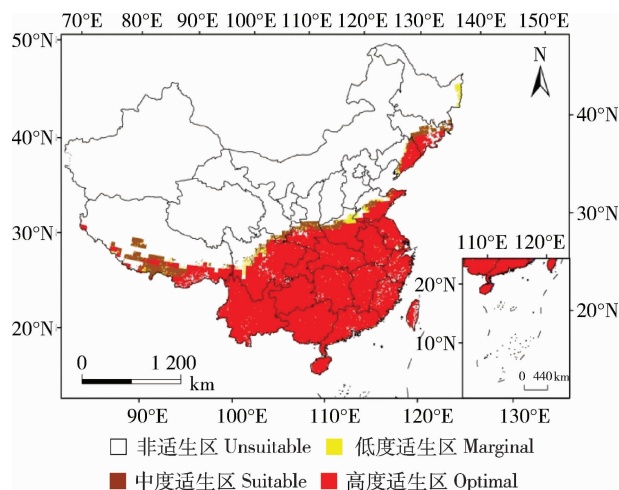


图 1 基于 GARP 的紫茎泽兰在中国的潜在适生区

Fig. 1 Potential distribution of *Ageratina adenophora* in China on GARP

1.3.3 花生受紫茎泽兰感染后产量损失率(R)

朱文达等^[20]曾指出,随着紫茎泽兰密度的增加,花生的产量损失率逐渐上升。当紫茎泽兰的密度为 1 株/ m^2 时,花生的产量损失率为 0.6%;当紫茎泽兰的密度为 60 株/ m^2 时,花生的产量损失率为 71.9%。一般在防治情况下,损失率会控制在 5.0%。在本研究中,采用 Pert 分布对花生受紫茎泽兰感染后产量损失率进行拟合时,将 0.6% 作为最小值,5.0% 作为最可能值,71.9% 作为最大值。

1.3.4 花生市场价格水平(P_c)

根据食品商务网公布的实时数据,整理了该平台 2014 年 9 月—10 月的 174 个价格数据^[21]。通过数据整理,发现花生的市场价格最小值为 1.9 元/kg,最大值为 12 元/kg,平均值 4.7 元/kg。在进行 Pert 分布拟合时,将平均值作为最可能值。

1.3.5 品质下降时花生价格水平(P_2)

参考花生的市场价格,品质下降的花生价格水平选取了统计数据中价格偏低的 50% 价格数据。通过数据整理,用 Pert(1.90、3.37 和 4.00 元/kg)对品质下降花生价格水平进行拟合。此外,采用 if 函数对品质下降花生价格水平进行了限定,只接受花生市场价格大于品质下降时花生价格的取值。

1.3.6 适生区内花生种植面积(S)

根据农业部种植业司数据库数据^[18],统计了2002—2012年我国各省、直辖市的花生种植数据。通过数据分析采用Pert分布对紫茎泽兰适生区内花生种植面积进行拟合。2002—2012年,紫茎泽兰适生区内的花生种植面积最小值为2007年的261.02万hm²,最大值为2003年的336.28万hm²,平均值为302.00万hm²。

1.3.7 单位面积花生疫区防治成本(C)

朱文达等^[20]曾指出,花生田杂草主要采用人工拔除和化学防除。人工拔除一般需1999.95元/

hm²;化学防除时,药剂费为225~300元/hm²。在使用Pert分布对单位面积花生疫区防治成本拟合时,将人工防治成本的1999.95元/hm²作为最大值;将化学防除成本的平均值262.50元/hm²作为最可能值;将0作为防治成本的最小值。

2 结果与分析

2.1 紫茎泽兰对我国花生产业造成的潜在经济损失

根据1.2.2分析,结合Excel操作平台,确立了紫茎泽兰对我国花生产业造成的潜在经济损失评估的模型(表1)。

表1 紫茎泽兰对我国花生产业造成的潜在经济损失的评估模型

Table 1 Model of the assessment of the potential economic impact of *A. adenophora* on peanut industry

指标 Index	项目 Item	模型公式 Model formula
一级指标 First class indexes	经济损失总值 F	$F = F_1 + F_2$
二级指标 Second class indexes	直接经济损失 F_1	$F_1 = F_{11} + F_{12}$
	防治费用 F_2	$F_2 = S \times I \times C$
三级指标 Third class indexes	产量变化引起的经济损失量 F_{11}	$F_{11} = Q_1 \times I \times R \times P_c / (1 - R)$
	质量下降引起的经济损失量 F_{12}	$F_{12} = Q_1 \times I \times (P_c - P_2)$

注: Q_1 ,紫茎泽兰适生区的花生年产量; I ,紫茎泽兰对花生的感染率; R ,花生受紫茎泽兰感染后产量损失率; P_c ,花生市场价格水平; P_2 ,品质下降时花生价格水平; S ,适生区内花生种植面积; C ,单位面积花生疫区防治成本。

Note: Q_1 , Annual output of peanut in the suitable area of *A. adenophora*; I , Infection rate of *A. adenophora* to peanut; R , Production loss rate after infection; P_c , Price level of peanut; P_2 , Price level of the quality declined peanut; S , Cultivated area of peanut in the *A. adenophora* normal region; C , Cost of prevention and control of unit area in the infected area.

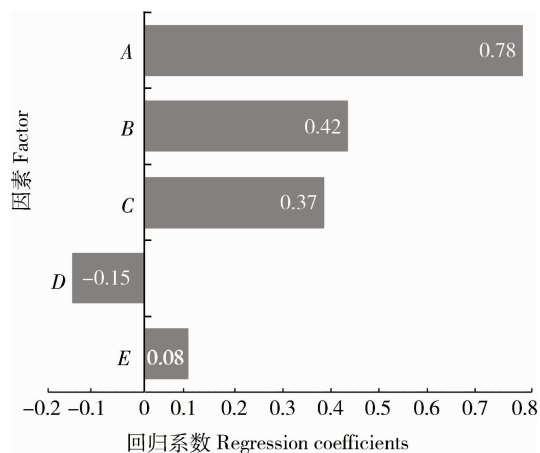
在Excel操作平台上,结合@RISK软件,使用蒙特卡洛随机模拟对紫茎泽兰对我国花生产业造成的潜在经济损失进行了模拟评估。评估结果显示,紫茎泽兰对我国花生产业造成的潜在经济损失总值在46.49~582.39亿元。此外,也运用蒙特卡洛随机模拟的方法计算了紫茎泽兰对我国花生产业造成的潜在经济损失总值占我国花生产业总价值的比率,比率在11.25%~59.19%。

2.2 紫茎泽兰对我国花生产业造成的潜在经济损失评估灵敏性分析

运用Top Rank工具,对紫茎泽兰对我国花生产业造成的潜在经济损失结果进行灵敏性分析,分析结果如图2所示:

从图2可以看出,在评估紫茎泽兰对我国花生产业造成的潜在经济损失时,花生市场价格水平的回归系数为0.78,花生的市场价格水平变化对潜在

经济损失影响最为明显。其他影响因子依次为受紫茎泽兰感染的花生产量损失率的回归系数为0.42、紫茎泽兰对花生的感染率的回归系数为0.37、品质下降花生价格水平的回归系数为-0.15、紫茎泽兰适生区内花生年产量的回归系数为0.08。影响因子的回归系数绝对值越大,对结果的影响作用也越大。相关系数为正数时,影响因子数据变大结果也变大,影响因子数据变小结果也变小;相关系数为负数时,影响因子数据变大结果变小,影响因子数据变小结果变大。此外,适生区内花生种植面积和单位花生疫区防治成本的回归系数为0。回归系数为0的影响因子,影响因子的数据变化时,评估结果几乎不变。因此,适生区内花生种植面积和单位花生疫区防治成本对紫茎泽兰对我国花生产业造成的潜在经济损失评估结果的影响可以忽略不计。



A, 花生的市场价格水平; B, 花生受紫茎泽兰感染后产量损失率; C, 紫茎泽兰对花生的感染率; D, 品质下降花生价格水平; E, 紫茎泽兰适生区内花生年产量。

A, Price level of peanut; B, Production loss rate after infection; C, Infection rate of *A. adenophora* to peanut; D, Price level of the quality declined peanut; E, Annual output of peanut in the suitable area of *A. adenophora*.

图2 紫茎泽兰对我国花生产业造成的潜在经济损失评估灵敏性分析结果图

Fig. 2 Sensitivity test of the potential economic impact on peanut industry caused by *A. adenophora*

3 讨论

运用@RISK 软件,本研究对紫茎泽兰在我国花生产业方面造成的潜在经济损失进行了评估。评估结果显示,紫茎泽兰在我国一旦全面爆发,对我国花生产业造成的潜在经济损失在 46.49~582.39 亿元,花生产业潜在经济损失的损失率在 11.25%~59.19%。可见,紫茎泽兰对我国的花生产业影响很大,检疫部门应严防紫茎泽兰在我国的进一步传播。

GARP 生态位模型利用物种的已知分布数据和环境数据,通过遗传算法实现以生态位为基础的物种生态需求,从而预测出物种的潜在分布,GARP 生态位模型预测物种的潜在分布已得到国内外学者的认可。本研究利用 GARP 生态位模型与 ArcGIS 软件相结合的方法,分析了紫茎泽兰在我国的潜在适生区,在假设紫茎泽兰在我国的适生区全面发生的基础上,评估了紫茎泽兰对我国花生产业造成的潜在经济损失。虽然本研究的评估结果与紫茎泽兰对我国花生产业造成的实际经济损失存在一定的差异,然而通过假设紫茎泽兰在适生区全面发生造成的潜在损失研究,可以有助于了解和预见紫茎泽兰入侵的危害程度,更加全面地评价紫茎泽兰的入侵

风险。因此,研究紫茎泽兰对我国花生产业造成的潜在经济损失具有重要参考价值。

由于间接经济损失需要考虑环保、商贸和加工等方面的损失,涉及生产者和政府管理部门之外的系统和环节,情况较为复杂,所以本研究未对其造成的潜在间接经济损失进行分析,希望以后能加强这方面的研究。

参 考 文 献

- [1] 徐海根,强胜. 中国外来入侵生物[M]. 北京:科学出版社,2011
- [2] 曹勤程,朱文达,颜冬冬,等. 紫茎泽兰对棉花生长的影响及经济阈值[J]. 植物保护学报,2013,40(2):171-176
- [3] Heystek F, Wood A, Nesar S, et al. Biological control of two *Ageratina* species (Asteraceae; Eupatorieae) in South Africa [J]. African Entomology, 2011, 19(2): 208-216
- [4] Tererai F, Wood A R. On the present and potential distribution of *Ageratina adenophora* (Asteraceae) in South Africa [J]. South African Journal of Botany, 2014, 95: 152-158
- [5] Global Biodiversity Information Facility [EB/OL]. (2014-08-26). <http://www.gbif.org/GBIF>
- [6] Wang R, Wang Y Z. Invasion dynamics and potential spread of the invasive alienplant species *Ageratina adenophora* (Asteraceae) in China [J]. Diversity and Distributions, 2006, 12(4): 397-408
- [7] 赵国晶,马云萍. 云南省紫茎泽兰的分布与危害的调查研究 [J]. 杂草学报, 1989, 3(2): 37-40
- [8] Lu Z J, Ma K P. Spread of the exotic croftonweed (*Eupatorium adenophorum*) across southwest China along roads and streams [J]. Weed Science, 2006, 54(6): 1068-1072
- [9] 朱文达,何燕红,曹勤程. 紫茎泽兰对茄子产量的影响及其经济阈值 [J]. 植物保护学报, 2011, 38(6): 563-568
- [10] 吴志红,覃贵亮,邓铁军. 广西局部地区紫茎泽兰的入侵定植及风险评估 [J]. 西南农业学报, 2004, 17(4): 469-471
- [11] 孟秀祥,冯金朝,周宜君,等. 四川西南紫茎泽兰 (*Eupatorium adenophorum*) 入侵生境因子分析 [J]. 中央民族大学学报: 自然科学版, 2003, 12(4): 293-300
- [12] 黄梅芬,辜嘉祥,徐驰,等. 紫茎泽兰的生态学研究概况 [J]. 杂草科学, 2008(1): 1-5
- [13] 曾士迈. 植保系统工程导论 [M]. 北京:北京农业大学出版社, 1994
- [14] Cook D C, Carrasco L R, Paini D R, et al. Estimating the social welfare effects of New Zealand apple imports [J]. The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics,

2011,55(4):599-620

- [15] 饶玉燕,沈玲丽,朱水芳,等. 棉花曲叶病毒对棉花造成的经济损失评估[J]. 植物检疫,2011,25(3):12-16
- [16] 马兴莉,李志红,胡学难,等. 橘小实蝇、瓜实蝇和南亚果实蝇对广东省造成的经济损失评估[J]. 植物检疫,2013,279(3):50-56
- [17] 方焱. 南亚果实蝇入侵我国的定量风险评估研究[D]. 北京:中国农业大学,2014
- [18] 农业部种植业司数据库[EB/OL]. (2014-10-13). <http://202.127.42.157/moazzys/nongqing.aspx/>
- [19] 丁晖,徐海根,刘志磊. 外来入侵植物紫茎泽兰对植物多样性的影响[J]. 生态与农村环境学报,2007,23(2):29-32
- [20] 朱文达,颜冬冬,曹勘程,等. 紫茎泽兰对花生生长的影响及其经济阈值[J]. 中国油料作物学报,2012,34(5):518-522
- [21] 食品商务网[EB/OL]. (2014-10-13). <http://www.21food.cn/>

责任编辑：袁文业