

黄健,马雷凯.积雪和冬季气候条件对棉铃虫年发生程度的影响[J].沙漠与绿洲气象,2016,10(5):25-28.
doi:10.3969/j.issn.1002-0799.2016.05.004

积雪和冬季气候条件对棉铃虫年发生程度的影响

黄 健^{1,2},马雷凯^{3,4}

(1.中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所,新疆 乌鲁木齐 830002;2.中亚大气科学研究中心,新疆 乌鲁木齐 830002;
3.克州气象局,新疆 阿图什 845350;4.新疆气象局编译室,新疆 乌鲁木齐 830002)

摘 要:为揭示积雪厚度及冬季气候条件对棉铃虫年发生程度的影响,通过对2002—2008年新湖总场棉铃虫发生情况和气象资料进行统计分析,结果表明,积雪厚度与年发生程度呈显著正相关,2月气温和冬季气温与年发生程度呈显著负相关,年发生程度与11月和12月的降水呈正相关,与1月降水呈负相关,偏最小二乘回归法分析表明,12月降水的相对影响率最大为93.7%。这些结果可作为预测棉铃虫年发生程度的气象指标。

关键词:棉铃虫;发生程度;积雪

中图分类号:S165.28

文献标识码:B

文章编号:1002-0799(2016)05-0025-04

棉铃虫(*Helicoverpa armigera* (Hübner))是世界广泛分布的一种植食性害虫^[1-2],通常以蛹的形式在土壤中越冬^[2-3]。在中国大部分地区一年能产生四、五代,在温带只有滞育蛹能成功越冬^[4]。北方棉铃虫越冬通常是被积雪覆盖,这将提高土壤温度有利于棉铃虫越冬^[5],而积雪具有较低的导热性和较高的反照率,积雪融化需要大量热量,这使融雪期有大量的水进入土壤,这将极大地影响土壤热机制和微气候^[6]。各地气候条件不同,棉铃虫的抗寒能力也不相同^[7],新疆型棉铃虫抗寒能力最强^[8-9],这使得棉铃虫在各地有不同的越冬存活率^[5,8-9],进而引发棉铃虫来年不同的发生程度。然而,积雪对棉铃虫越冬蛹的影响多集中于定性研究^[8-9],究竟积雪厚度及冬季气候条件对棉铃虫年发生程度有多大的影响少有报道。本文拟通过相关资料分析,探讨积雪厚度及冬季气候条件对棉铃虫年发生程度的影响,找出相关预警指标,为预测预报及防治提供理论依据。

1 材料与方法

2002—2008年的棉铃虫发生程度资料由新疆生产建设兵团农六师新湖总场农技推广病虫测报站提供,气象资料由当地气象站提供。年发生程度按全国统一划分标准分为1~5级^[10],即1级:轻发生;2级:中等偏轻发生;3级:中等发生;4级:中等偏重发生;5级:重发生,级数越大表示发生越严重。

发生程度与气象因子关系用泊松相关和回归分析,统计显著性定为 $P<0.05$ 。共线性是多因素分析的一种普遍现象。最小二乘法回归方程由于较高的共线性,会把本应正确的预测因子作为非显著变量而去除^[11],最小二乘法回归方程增加了相关性的标准误导致产生不稳定的结果^[12]。因此,要采用偏最小二乘法回归进行分析。它是一种新型的多元统计数据分析方法,是一种多因变量对多自变量的回归建模方法^[13],它还可以解决过度拟合的问题,被认为是优于主成分分析的方法^[14]。偏最小二乘法回归在本文中被用于确定各气象因子对发生程度的相对影响率。所有统计分析用SPSS 17.0。

2 结果与分析

2.1 年发生程度与最大雪深的关系

棉铃虫年发生程度与最大雪深呈显著相关,最

收稿日期:2015-09-29

基金项目:国家自然科学基金(41275119)资助。

作者简介:黄健(1974-),副研究员,主要从事生态与农业气象研究。

E-mail: dietsmart@sina.com

大雪深每增加1 cm, 年发生程度增加0.261个等级(图1)。即雪深越大, 有利于提高棉铃虫蛹的越冬存活率, 增加了更大程度危害发生的可能性。

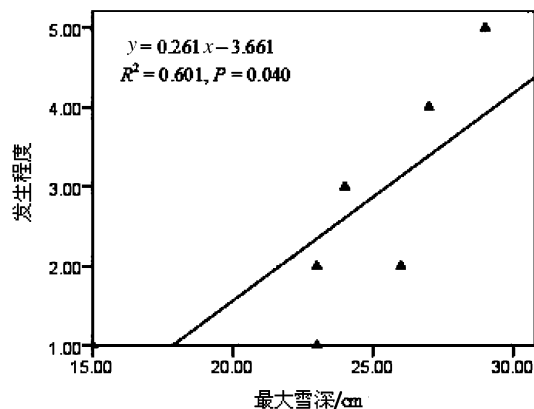


图1 棉铃虫发生程度与最大雪深的关系

2.2 年发生程度与2月气温的关系

棉铃虫年发生程度与2月气温呈显著负相关, 2

月平均气温、平均高温、平均低温每增加1℃, 发生程度分别下降0.371、0.418、0.312个等级(图2)。2月平均高温对棉铃虫年发生程度的影响作用最大, 2月平均低温影响作用最小。

2.3 年发生程度与冬季气温的关系

棉铃虫年发生程度与冬季气温呈显著负相关, 冬季平均气温、平均高温、平均低温每增加1℃, 年发生程度分别下降0.851、0.908、0.706个等级(图3)。冬季平均高温对棉铃虫年发生程度的影响作用最大, 冬季平均低温影响作用最小。

2.4 年发生程度与降水的关系

棉铃虫年发生程度与11月、12月降水量呈显著正相关, 而与1月降水量呈显著负相关。冬季11月、12月降水量每增加1 mm, 年发生程度分别上升0.015、0.154个等级(图4)。而一月降水量的增加却会降低其年发生程度。

2.5 年发生程度的多元分析

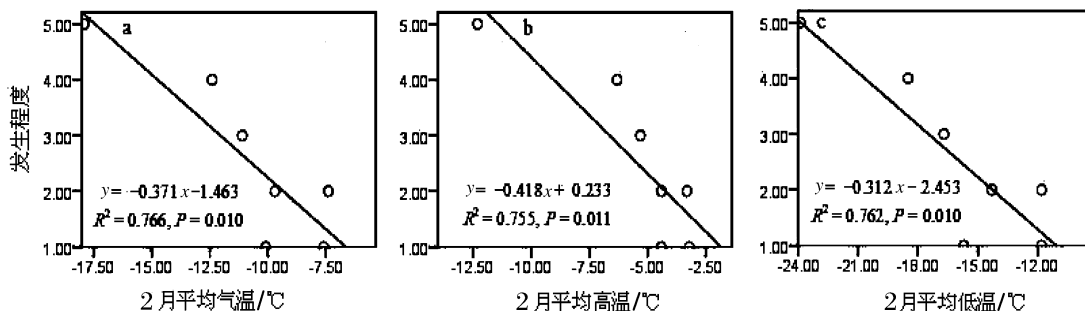


图2 棉铃虫年发生程度与2月气温的关系

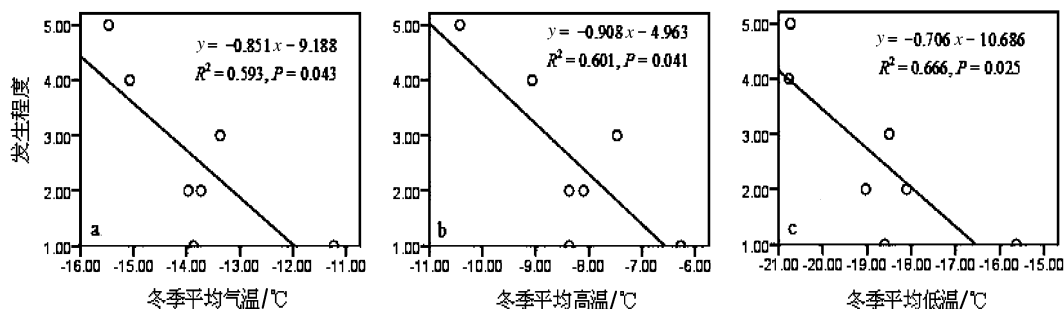


图3 棉铃虫发生程度与冬季气温的关系

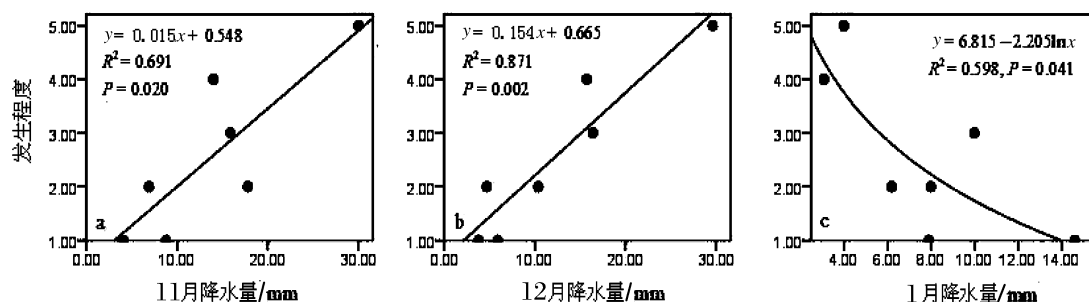


图4 棉铃虫发生程度与降水的关系

对各气象因子进行共线性诊断表明,各因子间存在共线性,因此采用偏最小二乘回归法分析,年发生程度的方程为 $Y = 0.002X_1 - 0.027X_2 + 0.003X_3 - 0.077X_4 + 0.031X_5 - 2.567$, X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 分别是 12 月降水量、2 月平均气温、11 月降水量、冬季平均最低气温、最大雪深,其对棉铃虫年发生程度的相对影响率分别为:93.7%、2.7%、0.8%、2.6%、0.1%。可见在该地,12 月降水量对棉铃虫发生程度起了决定性作用。这可能是由于北疆地区棉铃虫越冬蛹滞育解除时间在 11 月中下旬,而后进入休眠期,此时的降水形成了积雪,持续较长时间不融化,对地温起到提升作用,有利于提高越冬存活率,进而增加了年发生程度。

3 结论

(1)最大雪深越厚越能增加年发生程度的级别。最大雪深是一个地区冬季最大降水量的一个指标,其厚薄程度直接影响到土壤温度的变化^[15],随着雪深的增加,保温作用在增大^[16],因而提高了土壤温度和越冬蛹的存活率^[5]。本研究中,因该地自 11 月至 4 月的土壤温度缺失,无法做相关分析,但可以推测因较厚的积雪覆盖导致土壤温度高于气温,这有利于棉铃虫蛹越冬,并增加更大发生程度的可能性。积雪对土壤冻融深度的影响要大于土壤湿度以及植被覆盖的影响^[17],它的厚度、存在时间长短直接影响到地气之间的能量交换^[18-19]。1994 年 12 月 10—30 日北京西郊一次大雪降温过程,导致棉铃虫死亡率急剧上升^[8],原因是积雪形成晚,持续时间短,融化较快,增大了土壤湿度,因为入土后饱和土壤含水量对棉铃虫种群有毁灭性影响,在蛹期高的土壤含水量还会缩短出土成虫的寿命和繁殖力^[20]。本研究中,积雪覆盖时间与年发生程度呈正相关但不显著;另外没有土壤湿度的相关数据,故没有分析其影响作用。吕昭智等^[21]认为积雪天数可以作为预测黄地老虎(*Agrotis segetum*)的一个重要参考指标。在本研究中,积雪天数与年发生程度呈正相关,但相关性不显著($R^2 = 0.112$, $P = 0.462$)。

(2)2 月气温和冬季气温越高,棉铃虫年发生程度越低。前人认为 2 月和冬季气温升高有利于提高棉铃虫越冬蛹的存活率^[5],但本研究是针对年发生程度,不是越冬代的发生程度,因此结果不一致。同时也说明年发生程度还有其他因子在影响,在今后的研究中要考虑这些因素。

(3)11 月、12 月降水量会增加年发生程度,而 1

月降水增加会降低年发生程度。这是因为在当地 11 月、12 月降水增加会更早形成积雪,对土壤温度起到提升作用,有利于蛹越冬,从而增加年发生程度的可能性。1 月降水增加使得雪被厚度增加,提高了土壤温度,但也增加了融雪的时间,融雪时土壤湿度会增大,这并不利于越冬蛹的羽化,越冬存活率会降低,进而降低了年发生程度。但 12 月的降水不能形成稳定的积雪则会增大棉铃虫蛹的死亡率^[7]。

(4)棉铃虫年发生程度受多种因素影响。本文中 12 月降水的相对影响率最高,但这是在缺乏其他影响因子下产生的,因为土壤温度、土壤湿度、融雪时间、土壤性质等因素均缺乏,无法做相关分析,致使产生目前的结果。事实上棉铃虫滞育的解除和成虫春天的羽化取决于当地土壤温度^[22],低温和土壤相对含水量是越冬蛹死亡的主要因子^[9]。因此,在今后的分析研究中,应考虑多种因素,才能尽可能得出更为科学的结论。

参考文献:

- [1] Zalucki MP, Murray DAH, Gregg PC, et al. Ecology of *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *H. punctigera* (Wallengren) in the inland of Australia: larval sampling and host plant relationships during winter and spring [J]. *Austral J Zool* 1994, 42: 329-346.
- [2] Fitt GP. The ecology of heliothis in relation to agroecosystems [J]. *Annu Rev Entomol*, 1989, 34: 17-52.
- [3] Zhang XX, Wang YC, Geng JG, et al. Study on the outbreak factors of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) -Relationship between soil moisture and pupation emergence [J]. *Entomol Knowl* 1980, 17: 9-13.
- [4] 吴孔明,郭予元.棉铃虫滞育的诱导因素研究[J].植物保护学报,1995,22(4):331-336.
- [5] Huang J, Li J (2015) Effects of climate change on overwintering pupae of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. *Int J Biometeorol* 59: 877-888.
- [6] Zhang YS, Wang S, Barr AG, et al. Impact of snow cover on soil temperature and its simulation in a boreal aspen forest [J]. *Cold Reg Sci and Technol* 2008, 52: 355-370.
- [7] 吴建河,徐巧真,张志芳,等.濮阳棉铃虫气象预报模式的建立与应用[J].气象与环境科学,2009,32(4):33-36.
- [8] 吴孔明,郭予元,韦建福,等.棉铃虫抗寒能力的研究[J].生态学报,1997,17(3):298-302.
- [9] 吴孔明,郭予元.新疆棉铃虫的抗寒性研究[J].植物保护学报,2000,27(1):23-26.
- [10] 全国农业技术推广服务中心.农作物病虫害测报技术规范[M].北京:中国农业出版社,2010.

- [11] Naes T, Martens H. Comparison of prediction methods for multicollinearity data [J]. Commun Stat Simul C 1985,14:545-576.
- [12] Field A. Discovering statistics using SPSS for Windows [M]. 2000, Sage, London.
- [13] Tennenhaus M. PLS regression methods [J]. J Chemo, 1998,211-228.
- [14] Land WH Jr, Ford W, Park JW, et al. Partial least squares (PLS) applied to medical bioinformatics [J]. Procedia Comput Sci,2011,6:273-278.
- [15] 任喜珍,胡春元,左合君,等.阿尔山地区积雪消融对土壤温度的影响[J].干旱区资源与环境,2010,24(8):122-125.
- [16] 于小舟,袁凤辉,王安志,等.积雪对长白山阔叶红松林土壤温度的影响应用生态学 [J].2010,21 (12):3015-3020.
- [17] Yamazaki T, Nishida A, Konda J. Seasonal frost depth of grounds with the bare surface, snow cover and vegetation [J]. Journal of the Japanese Society of Snow and Ice, 1998,60(3):213-224.
- [18] Goodrich L E. The influence of snow cover on the ground thermal regime [J]. Canadian Geotechnical Journal, 1982,19(4):421-432.
- [19] Osterkamp T E. The recent warming of permafrost in Alaska [J]. Global and Planetary Change, 2005,49(3):187-202.
- [20] 陈法军.蛹期土壤水分状况对棉铃虫生长发育和繁殖的影响.南京农业大学硕士学位论文[D].南京:南京农业大学,2001.
- [21] 吕昭智,王玲,张秋红,等.黄地老虎种群动态与积雪的关系[J].生态学发杂志,2006,25(12):1532-1534.
- [22] Mirondis G K, Stamopoulo D C, Savopoulou -Soultani, M. Over -wintering survival and spring emergence of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera:Noctuidae) in Northern Greece [J]. Environmental Entomology,2010,39 (4):1068-1084.

Effects of Snow Cover and Meteorological Conditions in Winter on Occurrence Scales of *Helicoverpa armigera*

HUANG Jian^{1,2}, MA Leikai^{3,4}

(1.Institute of Desert Meteorology,China Meteorological Administration,Urumqi 830002, China;

2.Central Asian Research Center for Atmospheric Sciences, Urumqi 830002,China;

3.Kezhou Meteorological Bureau,Atushi 845350,China;4.The Editorial Department of

Xinjiang Meteorological Bureau,Urumqi 830002,China)

Abstract In order to explain the effects of depth of snow cover and meteorological conditions in winter on occurrence scales of *Helicoverpa armigera* (Hübner), the data of occurrence scales and meteorology in Xinhua farm from 2002 to 2008 were analyzed. The results showed that the relationship between the depth of snow cover and the occurrence scales was a significant positive correlation, and the relationships between air temperatures in February and winter and occurrence scales were significant negative correlations, and the relationships between precipitation in November and December and the occurrence scales were significant positive correlations, and the relationship between the precipitation in January and the occurrence scales was a significant negative correlation. The analysis used by the partial least squares showed that the precipitation in December had the greatest effect on occurrence scales, amounting to 93.7%. The results could be used as meteorological indexes of predicting occurrence scales of *Helicoverpa armigera*(Hübner).

Key words *Helicoverpa armigera*(Hübner); occurrence scale; snow cover