

任向辉,杨萌,李鹏,等. 玉米苗喇叭口节肢动物群落与植株冠层信息的 RDA 分析[J]. 江苏农业科学,2016,44(5):516-518.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.05.147

# 玉米苗喇叭口节肢动物群落与植株冠层信息的 RDA 分析

任向辉<sup>1,2</sup>, 杨萌<sup>1,2</sup>, 李鹏<sup>1</sup>, 李芳<sup>1</sup>, 祁亚云<sup>1</sup>, 赵婷婷<sup>1</sup>, 吴双燕<sup>1</sup>, 曹佩云<sup>1</sup>, 李晓洁<sup>1</sup>  
(1. 河南科技学院资源与环境学院,河南新乡 453003;2. 新乡市农作物重大有害生物防控重点实验室,河南新乡 453003)

**摘要:**应用 LAI-2000 植物冠层仪和电子温湿度计对 0.33 hm<sup>2</sup> 左右玉米地喇叭口期植株叶心处的节肢动物群落和小气候、作物冠层结构等信息进行了调查,并对有关物种的分布与相关环境因素作灰色关联度分析,在此基础上进行了玉米苗喇叭口节肢动物群落与环境因子的冗余分析(redundancy analysis, RDA)排序。灰色关联度分析与 RDA 分析的结果均表明:玉米冠层信息和喇叭口小气候信息与各种节肢动物的分布关联性明显,黄呆蓟马、龟纹瓢虫、三突花蛛等个体分布与作物长势密切相关。RDA 分析可绘出直观反映节肢动物群落与各个环境因子及样本信息相关关系的二维排序图,在玉米害虫综合治理研究中有一定指导意义。

**关键词:**玉米苗;喇叭口;节肢动物群落;玉米冠层;冗余分析(RDA)

**中图分类号:** S435.132 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)05-0516-03

我国北方地区广泛发生的玉米黄呆蓟马(*Anaphothrips obscurus* Müller) 2014年在豫北地区玉米三叶期发生较重,很多地块由于打药不及时出现了断垄现象。在玉米大小喇叭口期,这种蓟马在植株喇叭口叶心处聚集为害,常吸引来龟纹瓢虫[*Propylea japonica* (Thunberg, 1781)]、东亚小花蝽(*Orius similis* Zheng)、三突花蛛[*Ebrechella tricuspidata* (Fabricius)]与深点食螨瓢虫(*Stethorus punctillum* Weise)等天敌昆虫;此外,近年来还伴生玉米蚜[*Rhopalosiphum maidis* (Fitch)]和 1 种藜甲科(Cucujoidea)微型昆虫。目前,国内尚未见玉米喇叭口叶心处的节肢动物群落对作物形态学与小气候因素之间进行排序的报道。因而笔者对河南科技学院东侧 1 处田块的玉米叶心处的节肢动物、小气候、作物冠层结构等信息作了调

查,对有关动物的分布与相关环境因素的灰色关联度进行了测算对比,最后利用各个生物、非生物因素数据进行玉米喇叭口节肢动物群落与环境因子的冗余分析(redundancy analysis, RDA)排序分析<sup>[1-10]</sup>。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料与场地

玉米品种为浚单 18,玉米苗自油菜倒茬便种植,播种较早,播种 1 个月来未施用过杀虫剂。

调查时间为 2014 年 6 月 17 日,此时已连续 2 周为晴天。调查地点为河南科技学院东门外 1 000 m 处 0.33 hm<sup>2</sup> 左右的小块玉米地。玉米株距约 40 cm,行距约 70 cm;因管理粗放,玉米周围杂草较多且玉米苗长势不整齐;玉米株高 30~60 cm 左右,植株半数左右为大喇叭口期,其余多为小喇叭口期。该地南侧紧邻 0.33 hm<sup>2</sup> 左右的桃树林,周围有约 1.5 m 宽的杂草带与大面积的玉米大田隔离,杂草优势种为牛筋草、马唐。由于桃树与杂草的缘故,玉米植株上昆虫物种多样性较周围大田好。

收稿日期:2015-04-29

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项资金(编号:CARS-45-SYZ10);河南科技学院重点资助基金(编号:0500136)。

作者简介:任向辉(1967—),男,河南温县人,硕士,讲师,从事昆虫学教学与科研工作。E-mail:renxianghui@sina.com。

这些问题,今后要适当提高门槛,让农机、农技能手或高学历人才承包专业化服务组织;各级农业部门要帮助已建立的服务组织建章立制,逐步建成内部管理好、人员素质好、防治效果好、服务信誉好、经济效益好等“五好”的具有市场竞争能力的专业化服务组织。

### 3.6 以政府财政扶持为基础,把治理农药污染推向深入

无农药污染农产品的生产牵涉到农药管理、执法检查、技术培训等方面,是一项复杂的农业工程,须要各级政府重视及财力扶持。近年来,政府在集中配送农药、植保专业化服务、病虫害物理防控、农民技术培训等多方面给予了财政支持,今后还应在绿色植保、公共植保、科学植保方面,对高性能药械、生物农药推广、作物采收前最后 1 次防治的药剂补贴、各类基

地农药使用监测点建设等项目进行财政扶持,确保农产品生产得到全程安全保障。

控制农产品农药污染,要在对农民、农药经销人员教育的基础上,依靠全社会力量的投入和监督,从技术推广、装备设施、监督管理等多方面入手,保证农药使用可控,农产品质量安全。

## 参考文献:

- [1]魏启文,刘绍仁. 农药经营人员读本[M]. 北京:中国农业大学出版社,2014:16.
- [2]井关 JKB17 水田植保机[J]. 现代农机,2013(4):41.
- [3]孙国才. 经济发达地区植保专业化防治组织形式的探索[J]. 江苏农业科学,2009(2):306-308.

1.2 试验方法

由于成行的桃树与所调查的玉米田垄呈东西向平行排列,目测与桃树远近不同的玉米植株喇叭口昆虫密度与种类有所差异,因此分别取距桃树最近的(南侧)、2 m远(中间)、3 m远1行玉米(北侧)进行抽样调查,并对南侧、中间、北侧3个位置进行栽培位置方面的环境信息赋值,依次赋值为1、2、3。3行玉米共抽取10个样方进行调查,每个样方为相邻排列且株高较接近的6株玉米。

植株冠层信息采集用 LAI-2000 植物冠层分析仪进行。因探头与最近叶片的距离应不低于叶片宽度的4倍,所以将传感器置于喇叭口中心30 cm高处读取A值。然后将探头移至每个要取样的玉米植株距根部30 cm处地面,将探头鱼眼对准喇叭口中心位置读取B值,冠层仪重复测定次数设定为仪器默认值。记录每个植株的叶面积指数(LAI)、叶面积指数标准误(SEL)、无截取散射(DIFN)、平均叶倾角(MTA)、平均倾角标准误(SEM)。用电子温湿度计在喇叭口中心处测定玉米第2张叶片的叶中脉位点的温度与相对湿度作为小气候资料,同时记录株高作为作物长势指标。记录玉米苗第1到第4张叶片以内喇叭口处的昆虫、蜘蛛种类数与个体数。将每个样方6株玉米的株高(H)、温度(T)、湿度(RH%)、叶面积指数(LAI)、无截取散射(DIFN)与平均叶倾角(MTA)取

平均值,加上栽培位置赋值,作为每个样方的环境因子数据。由于10个样方为同一地块,可以认为该地块影响节肢动物分布的气候、土壤、植被等其他环境因子相同。鉴定并记录所调查的每株玉米第4张叶片背面以上植株上攀附的所有节肢动物种类、数量,将每个样方的平均个体数作为生物因子数据<sup>[1-5,9-10]</sup>。

灰色关联度分析在 DPS 9.5 平台上进行,RDA 分析在 CANOCO 5.0 软件平台上进行<sup>[6-7]</sup>。

2 结果与分析

2.1 环境因子与生物因子调查结果

由于三叶期蓟马发生较多,导致大小喇叭口期龟纹瓢虫密度较大,10个样方叶心处没有发现玉米蚜、七星瓢虫的分布。将10个样方编号为sa1至sa10,除sa1记录小黄家蚁2头、尖眼蕈蚊2头,sa2记录黑腹果蝇1头,sa6记录东亚小花蝽1头,sa7记录梨木虱成虫1头外,各个样方记录的优势种为黄呆蓟马、龟纹瓢虫和1种薪甲,异色瓢虫[*Harmonia axyridis* (Pallas)]、三突花蛛与食螨小黑瓢虫也较多,因此只对这6种生物进行数据处理。每个样方的6组数据取平均值,得环境因子与生物因子的数据,详见表1。

表1 环境因子与生物因子调查结果

样方编号	无截取散射 DIFN	平均叶倾角 MTA (°)	叶面积指数 LAI	株高 H (cm)	叶心温度 T (°)	叶心湿度 RH (%)	方位赋值	数量(头)						香农指数 H'	均匀度 E
								黄呆蓟马	龟纹瓢虫	异色瓢虫	三突花蛛	1种薪甲	深点食螨瓢虫		
sa1	0.074	23.33	2.96	28.33	24.73	67.33	1	1.67	0	0	0	0	0	—	—
sa2	0.071	0	3.03	56.67	24.87	68.67	3	9.00	7.67	3.33	0.33	18.00	1.00	1.96	0.76
sa3	0.130	50.00	2.41	116.33	25.37	67.33	1	2.00	3.33	0.33	0.33	5.33	0	1.77	0.76
sa4	0.086	11.67	2.84	39.00	28.20	59.00	2	4.67	2.33	0.33	0	8.33	0	1.53	0.77
sa5	0.087	13.00	2.77	56.33	28.50	56.67	3	1.00	4.67	1.33	0.33	5.00	0.33	1.97	0.76
sa6	0.084	16.33	2.83	53.67	28.83	58.33	2	8.50	6.33	0.33	0.33	28.00	0	1.38	0.59
sa7	0.086	15.67	2.78	56.33	29.17	52.00	2	3.00	1.33	0	0.67	8.67	2.83	1.85	0.80
sa8	0.103	33.67	2.69	34.00	29.53	51.67	2	1.00	0	0	0.67	2.33	0	1.39	0.87
sa9	0.091	40.33	2.75	21.33	29.80	51.33	2	0	0	0	0.33	0.67	0	—	—
sa10	0.094	11.00	2.71	50.67	30.10	51.00	1	6.67	6.67	1.67	1.00	11.67	0	1.93	0.83

注:“—”表示因为群落为单一物种,无计算意义。

2.2 各生物因子对7个环境因子灰色关联度排序结果

观察表1中6种生物因子的分布与7种环境因子的数据可以看出,2者数量信息有一定联系但逻辑关联不完全清晰,此数据系统呈现灰色系统的特点。因此,进行2组数据的群落排序分析前可以先进行灰色关联度分析,对环境因子对物种分布的数量关联度进行初步判断。将表1数据输入 DPS 9.5 的灰色系统分析模块进行灰色关联度分析,取6种生物因子数据为母序列,7种环境因子的数据为子序列,数据变换方式选择标准化变换,得到了7种环境因子对6种生物因子关联度矩阵。DPS 生成的7种环境因子对各生物因子总的关联度排序见表2。

由表2看出,玉米株高(X4)与薪甲、异色瓢虫、深点食螨瓢虫的分布关联性强,而叶心湿度(X6)与黄呆蓟马及其最重要天敌龟纹瓢虫关联性强。叶片的茂盛程度(X1,叶面积与天空面积比)与三突花蛛这种叶丛中躲藏生活的绿蜘蛛数量关联度最高。此外,如果选择黄呆蓟马的最重要天敌龟纹瓢

表2 环境因子对生物因子的灰色关联度排序

生物因子	7种环境因子关联度排序
黄呆蓟马	X6 > X4 > X3 > X7 > X1 > X5 > X2
龟纹瓢虫	X6 > X4 > X7 > X1 > X3 > X5 > X2
异色瓢虫	X4 > X1 > X6 > X3 > X2 > X5 > X7
三突花蛛	X1 > X5 > X2 > X7 > X4 > X3 > X6
薪甲	X4 > X1 > X6 > X3 > X7 > X5 > X2
深点食螨瓢虫	X4 > X3 > X1 > X2 > X6 > X7 > X5

注:X1为DIFN,X2为MTA,X3为LAI,X4为H,X5为T,X6为RH,X7为栽培位置赋值。

虫为唯一的母序列,其余14个环境因子全为子序列,则各因子对龟纹瓢虫的关联度排序为:异色瓢虫 > 黄呆蓟马 > 薪甲 > X6 > X4 > ... (环境因子大小排序同表2)。这个现象说明,生物因子特别是食物因素与生态位有重叠的竞争者也影响有关动物的分布,如果要全面分析各种环境因子对生物个

体的影响,有必要进行群落排序分析<sup>[1-5,10]</sup>。

### 2.3 RDA 分析结果

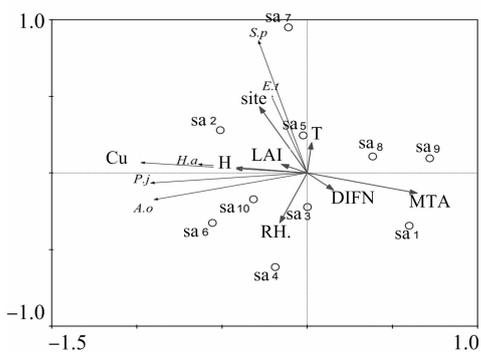
先将表1中6种节肢动物的物种信息输入CANOCO 5.0软件进行节肢动物群落的物种去趋势对应分析(DCA分析)。物种数据转换选择“Log transformation”对话框进行数据标准化转换,其余设置选择DCA分析模块默认设置。DCA分析结果显示,Lengths of gradient的第1轴的大小为1.267。因为第1轴梯度小于3,所以群落与环境因子排序分析时线性模型要好于单峰模型,即RDA排序的结果要好于典范对应分析(CCA)排序。

将7个变量的环境因子与生物因子同时输入CANOCO,进行节肢动物群落与环境因子的RDA分析。分析时数据标准化转换同样选Log转换,“Focus scaling on”对话框选择物种信息与环境信息都关注。最后得到RDA分析4个排序轴的4种RDA分析指标以及4个轴与各因子各样方的关联矩阵,其中第1轴至第4轴的RDA指标见表3。

表3 4个排序轴的RDA指标

轴次	特征值	样品-环境 关联度	物种累积 关联度 百分率(%)	物种-环境 关系累积 百分率(%)
第1轴	0.774	0.992	77.4	82.2
第2轴	0.064	0.969	83.8	89.0
第3轴	0.047	0.866	88.5	94.0
第4轴	0.042	0.893	92.7	98.5

运行CanoDraw程序可以绘制各种排序图,显示物种、环境因子与样方3方面因素的2维RDA排序见图1。



“site”为方位; A.o.、H.a.等为拉丁名缩写  
图1 物种、环境因子与样方的二维RDA排序

由图1中各散点向量的大小与夹角可以直观看出各节肢动物物种、各环境因子与10个样方的权重大小与其相关关系。其中物种与环境因子的相关度基本与灰色关联度分析结果一致,但信息更丰富。DIFN与三突花蛛夹角近180°,说明2者呈显著负相关;异色瓢虫与薪甲和H夹角近0°,显示2者

分布与株高关系密切。图中H与MTA对各种节肢动物的分布在权重方面有着很大的影响,说明作物长势影响动物个体的小气候、躲避空间与食物条件,与节肢动物分布关联密切。sa7、sa5、sa4沿T向量方向由高到低排列,显示3个样方由于朝向与作物长势等原因,叶心温度从高到低逐次排开<sup>[1,8,10]</sup>。

### 3 讨论

虽然对玉米害虫的单纯化学防治在很多地区还是经济效益好且节约劳动力的一种简单化做法,但是长此以往易造成害虫的抗药性,还杀死了害虫的天敌,易出现害虫再次猖獗,此外也污染了大气、水域、土壤。因此,农业防治、生物防治与化学防治兼顾的综合防治策略才是玉米害虫防治的根本策略。此措施需要通过玉米大田生物种群的多层次立体配置、空间立体利用来改善生态系统的空间生态位,充分利用各种生物与非生物因素抑制害虫发生以提高经济效益。本研究利用RDA分析对豫北地区玉米喇叭口期的重要节肢动物分布的环境特点作了定量描述,因此对玉米害虫的综合防治有一定的指导意义。虽然玉米大小喇叭口期的栽培管理特别是病虫害防治工作对玉米产量影响特别大,但是三叶期与穗期的节肢动物信息也是重要的,因此对玉米田节肢动物群落与环境要素对应关系的进一步深入研究很有必要<sup>[10]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 张金屯. 数量生态学[M]. 2版. 北京: 科学出版社, 2011: 131 - 192.
- [2] 郭焱, 李保国. 玉米冠层的数学描述与三维重建研究[J]. 应用生态学报, 1999, 10(1): 39 - 41.
- [3] 刘镛源, 黄文江, 任华忠, 等. 夏玉米冠层光合有效辐射垂直分布模型[J]. 农业工程学报, 2011, 27(9): 115 - 121.
- [4] 王晓伟, 姬兰柱, 王绪高, 等. 森林冠层食叶昆虫取食水平的定量方法与研究进展[J]. 生态学杂志, 2011, 30(7): 1403 - 1410.
- [5] 杜瑞卿, 陈顺立, 余培旺, 等. 武夷山景区松墨天牛种群密度与环境因子的坐标变换对应分析[J]. 昆虫学报, 2010, 53(2): 183 - 191.
- [6] 龙健, 廖洪凯, 李娟, 等. 基于冗余分析的典型喀斯特山区土壤-石漠化关系研究[J]. 环境科学, 2012, 33(6): 2131 - 2138.
- [7] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其DPS数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 579 - 585.
- [8] Palmer M W, Mcglinn D J, Westerberg L A. Indices for detecting differences in species composition: Some simplifications of RDA and CCA[J]. Ecology, 2008, 89(6): 1769 - 1771.
- [9] 郑毅, 张立军, 崔振海, 等. 种植密度对不同株型夏玉米冠层结构和光合势的影响[J]. 江苏农业科学, 2010(3): 116 - 118, 121.
- [10] 郭庆法, 才卓. 中国玉米栽培学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2004: 12 - 781.