

不同玉米新品种田间抗蚜性比较

陈 强, 张金龙, 雷 帅, 李 强, 陈国华, 张晓明

(云南农业大学植物保护学院/云南生物资源保护与利用国家重点实验室, 昆明 650201)

摘 要: 在田间自然感虫状态下, 采用5点取样法记录玉米蚜虫在不同玉米品种上的危害状况, 对21个品种用蚜量比值法进行抗蚜性鉴定, 对玉米蚜虫高峰期蚜量比值测定玉米抗蚜性进行可行性分析。结果表明, 不同玉米品种抗蚜性差异较大, 金西南8号和陇玉1号为高抗品种, 桂单203、青青601、珍禾978、周玉913、贝玉10、普玉3号、水金玉8号、云合2号为易感品种。玉米蚜虫天敌数量与玉米蚜虫口数变化规律出现相对一致性, 玉米品种的益害比与蚜量比值呈幂函数关系, 益害比随蚜量比值的增大而减小。

关键词: 玉米; 品种; 玉米蚜; 抗蚜性

中图分类号: S435.132

文献标识码: A

Comparison of Aphid Resistance of Different Common Maize Varieties in Field

CHEN Qiang, ZHANG Jin-long, LEI Shuai, LI Qiang, ZHANG Xiao-ming, CHEN Guo-hua

(College of Plant Protection, Yunnan Agricultural University, State Key Laboratory of Biological Resources Conservation and Utilization, Kunming 650201, China)

Abstract: The damage status of maize aphids on different maize varieties was recorded by 5-point sampling method under the natural susceptibility condition in the field. The aphid resistance of 21 varieties was identified by aphid-to-aphid ratio method, and the feasibility of aphid-to-aphid resistance of maize was analyzed by aphid-to-aphid ratio in peak period. The results showed that there were significant differences in aphid resistance among different maize varieties. Guidan203, Qingqing601, Zhenhe978, Zhouyu913, Beiyu 10, Puyu 3, Shuijinyu 8, and Yunhe 2 were highly resistant varieties. The number of natural enemies of maize aphids was consistent with the population of maize aphids. The ratio of benefit to the harm of maize varieties to aphids was a power function. The benefit-harm ratio decreased with the increase of aphid population ratio.

Key words: Maize; Variety; Maize aphid; Aphid resistance

玉米是世界三大谷类作物之一, 在世界农业生产中占相当重要地位, 也是我国主要粮食作物, 其用途多、分布广、营养丰富且商品率相对较高, 是最主要的饲料来源和重要的工业原料^[1]。

玉米蚜又名玉米叶蚜, 属半翅目(*Hemiptera*), 蚜科(*Aphididae*), 在我国主要分布于东北、华北、华东、

华南、中南、西南等地^[2]。在玉米全生育期均有蚜虫危害, 玉米蚜以成蚜、若蚜刺吸植物组织汁液, 引致植株叶片变黄或发红, 影响生长发育, 严重时植株枯死^[3]。玉米蚜多群集在心叶, 危害叶片时分泌蜜露, 产生黑色霉状物, 影响光合作用, 造成产量损失^[4]。玉米蚜在玉米植株各部位, 各阶段的发生分布各异。玉米蚜在玉米抽雄前期, 聚集在心叶里繁殖危害, 孕穗期群集于剑叶正反面危害, 抽雄期则聚集于雄穗上繁殖危害。扬花期蚜虫数量激增, 为严重危害时期^[5,6]。

玉米自身的抗虫性是解决玉米蚜危害问题的有效途径之一。目前, 育种学者们一直尝试通过常规育种手段来获得对玉米害虫具有抗性的品种, 较为困难, 因为不仅新品种的选育历时较长, 而且抗虫种

录用日期: 2019-09-10

基金项目: 国家自然科学基金(31360436)、云南省现代农业玉米产业技术体系建设资助项目(2018KJTX002)

作者简介: 陈 强(1994-), 山东泰安人, 在读博士, 研究方向为农业昆虫与害虫防治。E-mail: 794719673@qq.com

陈国华和张晓明为本文通讯作者。

E-mail: chenghkm@126.com E-mail: zxmalex@ 126.com

质资源较为匮乏。因此,从现有推广品种中筛选抗玉米蚜种质资源是玉米蚜虫防治中最为经济有效的途径之一。李远等采用蚜情指数法,初步鉴定河南省4个主栽玉米品种和7个自交系的田间抗蚜性,发现4个主栽品种浚单20、郑单958、良玉88和先玉335对玉米蚜的抗性级别均在“中抗”以上。徐雪等采用蚜情指数法对24个玉米品种进行玉米蚜田间自然感蚜抗性鉴定,表明其中的9个玉米品种具有较高的抗蚜性^[7]。禹田等调查26个玉米品种(系)在云南昭通地区玉米蚜发生情况,并采用蚜量比值法比较了玉米品种在田间对玉米蚜的抗性,筛选出路单15等9个品种为高抗品种^[8]。武德功采用蚜情指数法和大量蚜虫侵染法对6个糯玉米品种分别在苗期和大喇叭口期进行抗蚜性鉴定,苗期评价结果为6个糯玉米品种的抗性植株百分率为30%~70%,抗性级别显示中糯1号、丰糯1号、苏玉糯2号为抗(R),品糯28、凤糯2146为中抗(MR),苏玉糯5号为感(S),6个糯玉米品种在大喇叭口期的抗性级别均为感(S)^[9]。Rai也在对7个玉米品种进行了玉米对蚜虫易感性的鉴定^[10]。云南省具有得天独厚的自然条件,气候类型多样、水热资源丰富,南部大部分地区可常年种植玉米,是重要的玉米种植区。近年来,又有一些新品种在云南省推广种植。本研究通过对云南省生产中主要种植的21个不同玉米品种进行田间抗蚜性鉴定,为玉米抗蚜品种的选育和推广提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

玉米品种为云瑞31、云瑞826、靖玉2号、桂单203、金西南8号、云瑞1818、黔9618、青青601、珍禾978、秋硕玉1号、贝玉10、胜玉607、普玉3号、云合3号、水金玉8号、周玉913、贝玉11、陇玉1号、秋硕玉2号、云合5号、云合2号等共21个品种,由云南省普洱市农业科学研究所提供。

1.2 试验地概况

本试验在云南省普洱市南屏镇南岛河村(22°37'55"N, 100°59'33"E)进行。每个玉米品种为1个处理,每个处理3次重复,每个重复小区种植240株玉米,分为8行,株间距25 cm,行间距50 cm,小区面积长×宽为30 m²(5 m×6 m),玉米播种时间为2018年5月6日,收获时间为2018年8月21日。

1.3 调查方法

对每个玉米品种进行5点取样,采用直接观察法对玉米植株进行定期、定点、定株的系统调查,记

录各个部位的玉米蚜虫口数量、天敌数量。每15 d调查1次,如遇下雨等不利天气则往后顺延^[11~13]。

1.4 鉴定标准

本研究采用蚜量比值作为不同玉米品种抗蚜性的评价指标,蚜量比值=某玉米材料的蚜量/全部观察玉米材料的平均蚜量。

玉米抗蚜性鉴定评级标准:高抗(HR)品种抗性等级为0级,蚜量比值为0~0.25;抗性(R)品种抗性等级为1级,蚜量比值为0.26~0.50;中抗(MR)品种抗性等级为2级,蚜量比值为0.51~0.75;感虫(S)品种抗性等级为3级,蚜量比值为0.76~1.25;高感(HS)品种抗性等级为4级,蚜量比值>1.25^[7];

2 结果与分析

2.1 玉米蚜虫种群动态

不同玉米品种上的玉米蚜虫种群动态结果显示,玉米蚜虫在不同品种玉米各时期的发生趋势基本一致。直至5月末,玉米蚜虫数量一直保持低水平,只在玉米品种云瑞31、云合5号上偶有零星发生;从6月中旬开始玉米蚜虫的数量急剧上升,多数玉米品种玉米蚜虫在7月中旬达到最高峰;7月下旬后多数玉米品种玉米蚜虫急剧下降,少数平缓下降;8月上旬至玉米收获前玉米蚜虫口数仍在较高水平状态(图1)。

不同玉米品种在高峰期的玉米蚜虫发生量差异较大,导致不同玉米品种的玉米蚜虫总量差异也较大。所有玉米品种上的玉米蚜虫口数均在七月下旬达到最高峰,高峰期单株虫口数超过100头的为秋硕玉2号、青青601、水金玉8号、普玉3号、周玉913、桂单203、云合2号、珍禾978和贝玉10,虫口数分别为124、133、201、235、224、231、197、267和289头/株。

2.2 不同玉米品种抗蚜性比较

在田间自然感蚜条件下,用玉米整个生育期蚜量比值评价不同普通品种玉米抗蚜性,其中高抗品种有2个,分别为金西南8号、陇玉1号;抗性品种有6个,分别为云瑞826、靖玉2号、云瑞1818、秋硕玉1号、胜玉607、云合3号;中抗品种有3个,分别为云瑞31、水合1号、云合5号;感蚜品种有2个,分别为黔9618、秋硕玉2号;高感品种有8个,分别为桂单203、青青601、珍禾978、周玉913、贝玉10、普玉3号、水金玉8号、云合2号。中抗及以上抗性品种占总玉米品种的52.4%(表1)。

2.3 不同玉米品种对玉米蚜益害比的影响

不同玉米品种抗虫性对益害比有明显影响,益害比最高的品种是云合3号,为0.055;益害比最低

品种是秋硕玉2号,为0.014(表2),玉米品种的益害比与蚜量比值呈幂函数关系,益害比随蚜量比值的增大而减小(图2)。抗虫性强的玉米品种其益害比

相对较高,抗性评价为高抗的玉米品种金西南8号和陇玉1号益害比分别为0.025和0.032。

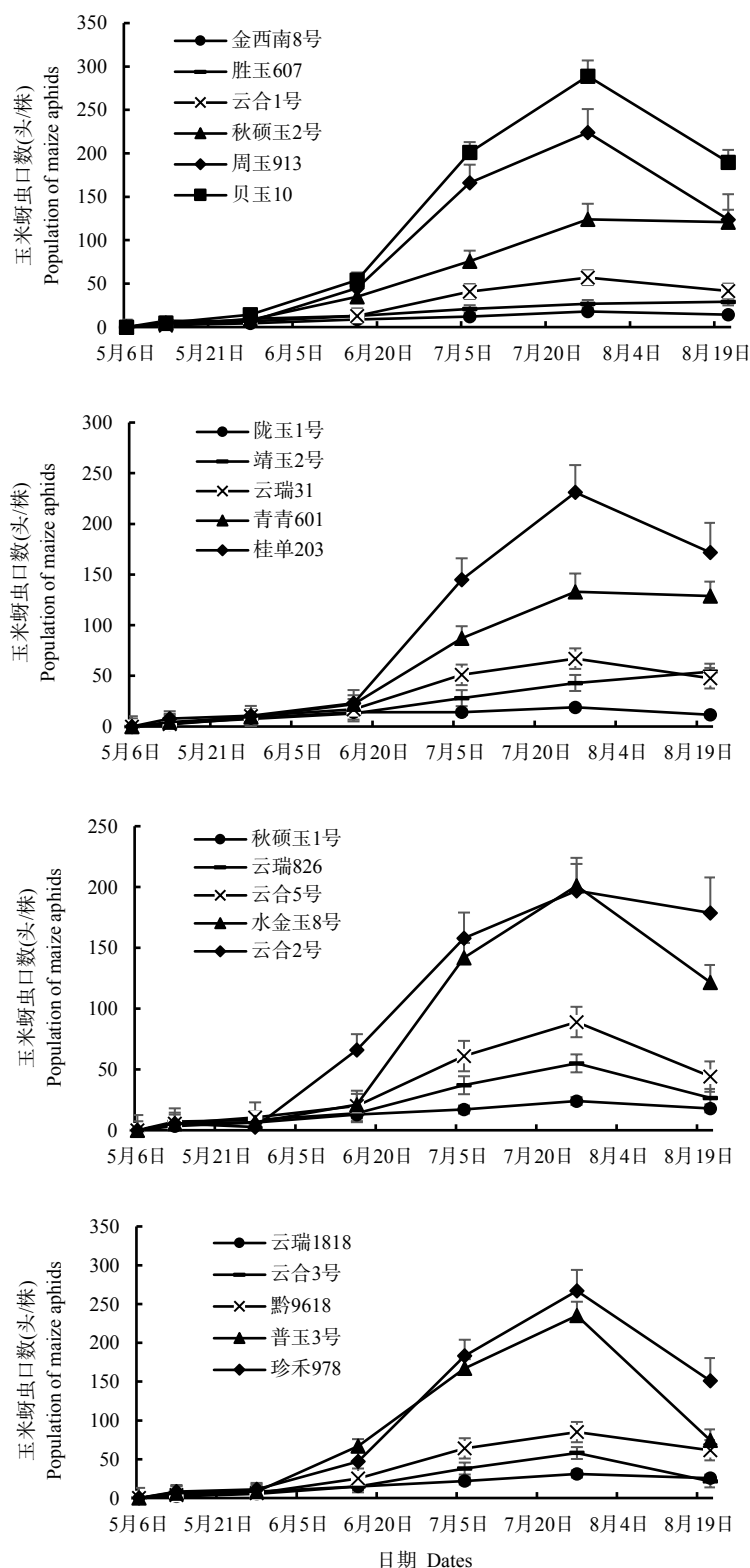


图1 不同玉米品种玉米蚜虫种群动态

Fig.1 Population dynamics of maize aphids in different maize varieties

表1 不同普通玉米品种田间自然抗蚜性鉴定

Table 1 Identification of natural resistance to aphids in different common maize varieties in field

品 种	累计蚜量(头/株)	蚜量比值	抗性评价	品 种	累计蚜量(头/株)	蚜量比值	抗性评价
Variety	Aphid number in total	Aphid number ratio	Resistance evaluation	Variety	Aphid number in total	Aphid number ratio	Resistance evaluation
金西南8号	59.8	0.19	HR	黔9618	245.7	0.78	S
陇玉1号	69.3	0.22	HR	秋硕玉2号	368.6	1.17	S
秋硕玉1号	81.9	0.26	R	青青601	384.3	1.22	S
云瑞1818	100.8	0.32	R	水金玉8号	497	1.42	HS
胜玉607	104.0	0.33	R	普玉3号	557.6	1.77	HS
靖玉2号	122.9	0.39	R	周玉913	570.2	1.81	HS
云瑞826	148.1	0.47	R	桂单203	589.1	1.87	HS
云合3号	148.1	0.47	R	云合2号	608.0	1.93	HS
云合1号	163.8	0.52	MR	珍禾978	667.8	2.12	HS
云瑞31	195.3	0.62	MR	贝玉10	752.8	2.39	HS
云合5号	230.0	0.73	MR				

注:HR代表高抗,R代表抗,MR代表中抗,S代表感虫,HS代表高感。下表同。
Note: HR stands for high resistance, R stands for resistance, MR stands for neutral resistance, S stands for susceptibility, HS stands for high susceptibility. The same below.

表2 不同玉米品种田间益害比

Table 2 Different maize varieties field benefit ratio

品 种	累计蚜量(头/株)	瓢虫数量(头/百株)	蚜量比值	益害比(瓢虫/玉米蚜)
Variety	Aphid number in total	Number of ladybugs	Aphid number ratio	Benefit-harm ratio
金西南8号	59.8	1.5	0.19	0.025
陇玉1号	69.3	2.2	0.22	0.032
秋硕玉1号	81.9	3.6	0.26	0.040
云瑞1818	100.8	3.2	0.32	0.032
胜玉607	104.0	4.6	0.33	0.044
靖玉2号	122.9	3.7	0.39	0.030
云瑞826	148.1	4.7	0.47	0.032
云合3号	148.1	8.2	0.47	0.055
云合1号	163.8	6.1	0.52	0.037
云瑞31	195.3	5.3	0.62	0.027
云合5号	230.0	6.5	0.73	0.028
黔9618	245.7	9.1	0.78	0.037
秋硕玉2号	368.6	5.3	1.17	0.014
青青601	384.3	8.7	1.22	0.023
水金玉8号	497.0	14.4	1.42	0.029
普玉3号	557.6	12.6	1.77	0.026
周玉913	570.2	13.9	1.81	0.024
桂单203	589.1	11.2	1.87	0.019
云合2号	608.0	15.3	1.93	0.025
珍禾978	667.8	13.7	2.12	0.021
贝玉10	752.8	21.4	2.39	0.028

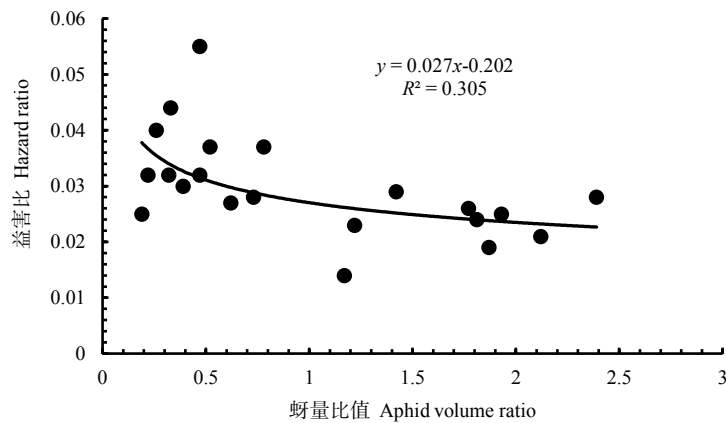


图2 瓢虫—玉米蚜益害比与蚜量比值相关性

Fig.2 The correlation between the benefit–harm ratio of Ladybug to maize aphid and the aphid population ratio

2.4 采用玉米蚜发生高峰期时蚜量比值测定玉米抗蚜性可行性分析

对高峰期(7月27日)的玉米蚜虫进行蚜量比值分析,并根据玉米抗蚜性评级标准得出抗性级别,以玉米整个生育期蚜量比值分析所得的抗性级别为

准,将结果与其比对(表3)。21个品种中有16个品种评价正确,正确率为76.2%。对高峰期的蚜量比值与玉米整个生育期的蚜量比值进行直线相关性检验。分析结果显示(图3),蚜量比值和整个生育期的蚜量比值相关系数(R^2)为0.9189。

表3 各时间段蚜量比值
Table 3 The aphid number ratio in different period

品 种 Variety	高峰期蚜量比值 Aphid number ratio in peak section	整个生育期蚜量比值 Aphid number ratio of whole growth period	高峰期抗性级别 Evaluation in peak section	整个生育期抗性级别 Evaluation of whole growth period
金西南8号	0.15	0.19	HR	HR
陇玉1号	0.16	0.22	HR	HR
秋硕玉1号	0.20	0.26	HR	R
胜玉607	0.23	0.33	HR	R
云瑞1818	0.26	0.32	R	R
靖玉2号	0.37	0.39	R	R
云瑞826	0.47	0.47	R	R
云合1号	0.48	0.52	R	MR
云合3号	0.49	0.47	R	R
云瑞31	0.57	0.62	MR	MR
黔9618	0.72	0.78	MR	S
云合5号	0.76	0.73	S	MR
秋硕玉2号	1.05	1.17	S	S
青青601	1.13	1.22	S	S
云合2号	1.67	1.93	HS	HS
水金玉8号	1.71	1.42	HS	HS
周玉913	1.90	1.81	HS	HS
桂单203	1.96	1.87	HS	HS
普玉3号	1.99	1.77	HS	HS
珍禾978	2.27	2.12	HS	HS
贝玉10	2.45	2.39	HS	HS

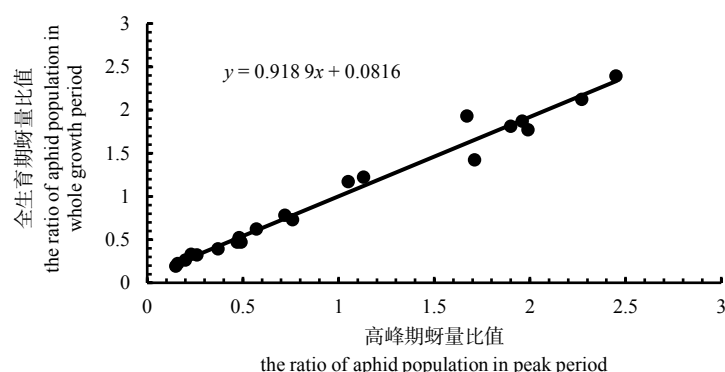


图3 玉米蚜高峰期蚜量比值与整个生育期蚜量比值的相关性

Fig.3 The correlation between the ratio of aphid population in peak period and the ratio of aphid population in whole growth period of maize aphid

3 结论与讨论

研究表明,不同玉米品种之间抗蚜性存在显著差异。植物品种抗虫性是一种可遗传的特征,是在昆虫与植物长起协同进化过程中形成的,能够保护植物不受虫害或者受害较轻^[14],玉米品种抗蚜性的选育工作具有重大意义,能减轻玉米蚜虫对玉米产量的危害,避免造成严重的经济损失。本研究对21个玉米品种进行了田间抗蚜性鉴定,金西南8号、陇玉1号被评价为高抗品种,有6个中抗及以上抗性品种,占总玉米品种的52.4%。不同玉米品种在高峰期的玉米蚜虫发生量差异较大,导致不同玉米品种的玉米蚜虫总量差异也较大。所有玉米品种上的玉米蚜虫口数均在七月下旬达到最高峰,单株虫口数数量最高的品种是贝玉10,为289头/株。王冰等在2006~2008年对麦长管蚜种群发展受风雨气象因素影响的情况进行系统调查研究,发现风雨天气对麦长管蚜种群数量的影响很大,会使种群数量大大减少^[15]。陈昌兰等发现,大雨冲刷会导致蚜虫数量急剧下降^[16]。普洱地区7月下旬云南雨水较多,可能是7月27日后玉米蚜虫口数下降的原因。

不同玉米品种抗虫性对益害比有明显影响,益害比最高的品种是云合3号,为0.055;益害比最低的品种是秋硕玉2号,为0.014,玉米品种的益害比与蚜量比值呈幂函数关系,益害比随蚜量比值的增大而减小。具有一定抗虫性的玉米品种其益害比也相对较高,能对玉米蚜虫的数量起到一个更好的自然控制作用^[17]。

昆虫的消长规律受到其自身生殖潜能及气候、天敌等多因素的共同影响^[18]。李远等在河南驻马店调查发现,玉米蚜发生盛期在抽雄期至灌浆期。丁

伟等人发现,重庆市郊区玉米蚜发生有两个高峰期,大喇叭口初期及授粉期^[19]。宋伟等在安徽淮北地区发现,玉米蚜主要发生在玉米花粒期^[20]。不同地区玉米蚜的发生规律会有所差异,因此,如若要使用玉米蚜虫发生高峰期蚜量比值的方法评价玉米田间抗蚜性,应先了解当地玉米蚜虫的种群消长规律,结合当地具体情况利用高峰期玉米蚜虫口数再做分析,而且田间玉米抗蚜性鉴定研究易受环境、气候、统计方法等因素的影响。因此,需要对本研究中抗蚜性较好的品种进行不同地区连年抗性重复鉴定,更好地筛选抗性品种,检测抗性基因,以获得更准确客观的结果。

参考文献:

- [1] 孔令娟,李 冰.安徽省玉米生产现状及发展趋势的探讨[J].安徽农学通报,2002(6):8-912.
Kong L J, Li B. Discussion on maize production status and development trend in Anhui province [J]. Anhui Agri. Sci. Bull., 2002, 8(6): 8-9, 12. (in Chinese)
- [2] 李丽莉,王振营,何康来,等.转Bt基因抗虫玉米对玉米蚜种群增长的影响[J].应用生态学报,2007(5):1079-1082.
Li L L, Wang Z Y, He K L, et al. Effects of Bt transgenic insect resistant maize on population growth of maize aphid[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2007, 18(5): 1077-1080. (in Chinese)
- [3] 李 远,赵 曼,郭线茹,等.不同玉米品种(系)田间抗蚜性的初步鉴定[J].河南农业大学学报,2012,46(3):307-312.
Li Y, Zhao M, Guo X R, et al. Field identification of resistance in different maize hybrids and inbred lines to Rhopalosiphum maidis Fitch [J]. Journal of Henan Agricultural University, 2012, 46(3): 307-312. (in Chinese)
- [4] 郝建峰.2013年玉米蚜虫害特点总结[N].河北科技报,2013-11-14(B04).
- [5] 闫占峰.玉米田蚜虫发生规律与其天敌互作关系研究[D].中国农业科学院,2011.
- [6] Asin L, Pons X. Effect of high temperature on the growth and repro-

- duction of corn aphids (Homoptera: Aphididae) and implications for their population dynamics on the northeastern Iberian Peninsula[J]. *Environmental Entomology*, 2001, 30(6): 1127–1134.
- [7] 徐 雪,吕晓坤,何 力,等.玉米不同品种对玉米蚜的抗性鉴定[J].云南农业大学学报(自然科学),2013,28(4):598–601.
Xu X, Lü X K, He L, et al. Study on resistance of different corn varieties to the aphid[J]. *Journal of Yunnan Agricultural University*, 2013, 28(4): 598–601. (in Chinese)
- [8] 禹 田,贾永超,柴正群,等.云南不同生态区玉米害虫优势种及其天敌优势种的种群动态[J].中国植保导刊,2018,38(9):31–37.
Yu T, Jia Y C, Chai Z Q, et al. Population dynamics of dominant insect pests and natural enemies on maize in different ecological systems of Yunnan province[J]. *China Plant Protection*, 2018, 38(9): 31–37. (in Chinese)
- [9] 武德功,杜军利,邢素芝,等.6个糯玉米品种对玉米蚜的抗性评价[J].安徽农业科学,2016,44(12):38–40.
Wu D G, Du J L, Xing S Z, et al. Evaluation on resistance of 6 waxy corn cultivars to *Rhopalosiphum maidis*[J]. *Journal of Anhui Agri. Sci.*, 2016, 44(12): 38–40. (in Chinese)
- [10] Rai M K. Relative susceptibility of some maize varieties to aphid, *Rhopalosiphum maidis*[J]. *Indian Journal of Entomology*, 1999, 61(2): 181–183.
- [11] 柴正群,可胜杰,黄 吉,等.不同种植环境夏玉米田节肢动物群落特征及稳定性[J].生态学报,2016,35(12):3306–3314.
Chai Z Q, Ke S J, Huang J, et al. Characteristics and stability of arthropod community in summer maize fields under different planting environments[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2016, 35(12): 3306–3314. (in Chinese)
- [12] 羊绍武,张晓明,郭海业,等.多年生水稻田主要害虫种类及种群动态[J].云南农业大学学报(自然科学),2019,34(1):1–8.
Yang S W, Zhang X M, Guo H Y, et al. Species and population dynamics of main pests at perennial rice field[J]. *Journal of Yunnan Agricultural University(Natural Science)*, 2019, 34(1): 1–8. (in Chinese)
- [13] 罗梅浩,赵艳艳,刘晓光,等.不同玉米品种的抗虫性研究[J].玉米科学,2007(5):34–37.
Luo M H, Zhao Y Y, Liu X G, et al. Studied on insect-resistance of maize with different genotypes[J]. *Journal of Maize Sciences*, 2007(5): 34–37. (in Chinese)
- [14] 陈敏炀,梁彬彬,陈学好.瓜类作物抗蚜研究进展[J].分子植物育种,2017,15(9):3803–3810.
Chen M Y, Liang S N, Chen X H. Research progress of cucurbit crops resistance to aphid[J]. *Molecular Plant Breeding*, 2017, 15(9): 3803–3810. (in Chinese)
- [15] 王 冰,李克斌,尹 姣,等.模拟风雨对麦长管蚜自然种群发展的干扰作用[J].应用昆虫学报,2011,48(6):1646–1654.
Wang B, Li K B, Yin J, et al. Effects of simulated wind and rain on the natural population dynamics of *Macrosiphum avenae*[J]. *Chinese Journal of Applied Entomology* 2011, 48(6): 1646–1654. (in Chinese)
- [16] 陈昌兰,沈淑萍,程 兰.小麦禾谷缢管蚜发生危害与生态环境研究[J].植物保护学报,1989(2):113–117.
Chen C L, Shen S P, Cheng L. Occurrence and damage of *Rhopalosiphum padi* in wheat and its ecological environment[J]. *Acta Botanica Sinica*, 1989(2): 113–117. (in Chinese)
- [17] 张衍干,黄 吉,施伟迪,等.不同玉米品种对玉米蚜的抗性及其与瓢虫的联合控害作用[J].浙江农业学报,2016,28(5):815–819.
Zhang Y Q, Huang J, Shi W D, et al. Resistance to corn aphid(*Rhopalosiphum maidis* Fitch) of different corn varieties(lines) and its association with predator ladybirds in controlling aphid population [J]. *Acta Agriculture Zhejiangensis* 2016, 28(5): 815–819. (in Chinese)
- [18] 王永宏,仵均祥,苏 丽.玉米蚜的发生动态研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2003(S1):25–28.
Wang Y H, Wu J X, Su L. Study on the occurrence dynamics of corn aphid[J]. *Journal of Northwest Sci-Tech Univ. of Agri. and For. (Nat. Sci. Ed.)*, 2003(S1): 25–28. (in Chinese)
- [19] 丁 伟,王进军,赵志模,等.春玉米田蚜虫种群的数量消长及空间动态[J].西南农业大学学报,2002(1):13–16.
Ding W, Wang J J, Zhao Z M, et al. Studies on the population dynamics of aphids on spring sown maize[J]. *Journal of Southwest Agricultural University*, 2002(1): 13–16. (in Chinese)
- [20] 宋 伟,江俊起,缪 勇.不同玉米品种抗蚜性研究[J].生物灾害科学,2014,37(4):288–292.
Song W, Jiang J Q, Miao Y, et al. Studies on resistance of corn varieties to corn aphid[J]. *Biological Disaster Science*, 2014, 37(4): 288–292. (in Chinese)

(责任编辑:姜媛媛)