



漆学伟, 邸宁, 梁玉勇, 等. 江西省52个春玉米品种对玉米蚜和亚洲玉米螟的抗性鉴定[J]. 江西农业大学学报, 2024, 46(1): 86–96.

QI X W, DI N, LIANG Y Y, et al. Resistance identification of 52 spring maize varieties to *Rhopalosiphum maidis* and *Ostrinia furnacalis* in Jiangxi Province[J]. Acta agriculturae universitatis Jiangxiensis, 2024, 46(1): 86–96.

江西省52个春玉米品种对玉米蚜和亚洲玉米螟的抗性鉴定

漆学伟¹, 邸宁², 梁玉勇¹, 洪霖¹, 贾志新³, 王旭明⁴, 王甦², 程正新^{1*}

(1. 江西省农业科学院 植物保护研究所, 江西 南昌 330200; 2. 北京市农林科学院 植物保护研究所, 北京 100097; 3. 江西省彭泽县农业农村局, 江西 九江 332700; 4. 江西省大余县农业农村局, 江西 赣州 341500)

摘要:【目的】虫害是影响玉米产量与品质的重要因素之一, 评估不同玉米品种对主要害虫的抗性水平, 对选用抗虫品种具有重要指导意义。【方法】首先通过种群动态调查确定江西省春玉米主要害虫种类, 随后通过蚜量比值和茎秆蛀孔数筛选江西省52个推广春玉米品种中的玉米抗虫品种, 最后通过果穗产量和危害率调查得到适合江西省种植的玉米抗虫品种。【结果】调查发现劳氏黏虫(*Mythimna loreyi*)、亚洲玉米螟(*Ostrinia furnacalis*)、棉铃虫(*Helicoverpa armigera*)、草地贪夜蛾(*Spodoptera frugiperda*)、玉米蚜(*Rhopalosiphum maidis*)为江西省南昌市春玉米主要害虫, 其中玉米蚜和亚洲玉米螟种群数量相对较大。通过蚜量比值得出52个推广品种中有高抗蚜虫品种17个, 抗蚜品种5个, 中抗品种5个, 敏感品种6个, 高感品种17个; 通过茎秆蛀孔数得出有高抗亚洲玉米螟品种12个, 抗亚洲玉米螟品种有14个, 中抗品种12个, 敏感品种5个, 高感品种9个。部分推广玉米品种抗蚜性较差时, 其抗螟性则较强, 而当抗螟性较差时, 则其抗蚜性抗蚜性较强, 但京科968、双甜726、万鲜甜6188既高抗蚜虫又高抗亚洲玉米螟; 52个推广玉米品种10株产量为0.90~4.24 kg, 产量最高的5个品种分别为万鲜甜6188、百沐达、维甜999、美玉爽甜糯502、京科968, 推广玉米品种中大部分果穗为害率较高, 除尚满帝、桂甜糯108、泰坦、百沐达、桂糯530, 其余品种果穗为害率都在50%以上。【结论】江西省52个推广的玉米品种对害虫具有不同程度抗性, 其在自然感虫状态下的产量也差异较大, 结合抗虫性和产量指标得出万鲜甜6188和京科968既具有较强的抗蚜性、抗螟性, 同时自然感虫状态下产量较高, 推荐江西省春玉米种植万鲜甜6188和京科968。筛选得到的抗性品系也可作为玉米抗虫品种的选育和推广提供了候选材料和理论依据。

关键词: 玉米品种; 抗虫性; 种群动态; 玉米蚜; 亚洲玉米螟; 产量; 为害率

中图分类号: S435.132 文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

文章编号: 1000-2286(2024)01-0086-11



Resistance identification of 52 spring maize varieties to *Rhopalosiphum maidis* and *Ostrinia furnacalis* in Jiangxi Province

QI Xuewei¹, DI Ning², LIANG Yuyong¹, HONG Lin¹, JIA Zhixin³,
WANG Xuming⁴, WANG Su², CHENG Zhengxin^{1*}

收稿日期: 2023-09-10 修回日期: 2023-11-10

基金项目: 江西省重点研发计划项目(20212BBF63043)和江西现代农业科研协同创新专项(JXXTCX2021003)

Project supported by Key R&D Projects in Jiangxi Province (20212BBF63043) and Jiangxi Modern Agricultural Scientific Research Collaborative Innovation Project (JXXTCX202103)

作者简介: 漆学伟, 助理研究员, 博士, orcid.org/0000-0003-3890-135X, qixuewei77@163.com; *通信作者: 程正新, 副研究员, 主要从事害虫综合防控研究, orcid.org/0009-0005-6239-1961, chengzxbeetle@163.com.

(1. Institute of Plant Protection, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China; 2. Institute of Plant Protection, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097, China; 3. Agriculture and Rural Affairs Bureau of Pengze County of Jiangxi Province, Jiujiang, Jiangxi 332700, China; 4. Dayu County Agriculture and Rural Affairs Bureau of Dayu County of Jiangxi Province, Ganzhou, Jiangxi 341500, China)

Abstract: [Objective] Pests are one of the important factors affecting the yield and quality of maize. Evaluating the resistance level of different maize varieties to major pests has important guiding significance for the selection of insect-resistant varieties. [Method] In this study, we first observed the population dynamics of different pests for spring maize in Jiangxi Province, and identified the resistance to *Ostrinia furnacalis* and *Rhopalosiphum maidis* of 52 maize varieties via aphid quantity ratio method and stem hole number comparisons. Finally, insect-resistant maize varieties suitable for planting in the province were obtained through the investigation of maize yield and ear damage rate. [Result] we found that *Mythimna loreyi*, *O. furnacalis*, *Mythimna loreyi*, *Spodoptera frugiperda*, and *R. maidis* were the main pests of spring maize in Nanchang City, Jiangxi Province. Among them, the populations of corn aphid and Asian corn borer are relatively large. According to the ratio of aphid number, there were 17 high aphid-resistant varieties, 5 aphid-resistant varieties, 5 medium aphid-resistant varieties, 6 susceptible varieties and 17 high susceptible varieties in 52 popularized varieties. According to the number of holes in the stem, there were 12 varieties with high resistance to Asian corn borer, 14 varieties with resistance to Asian corn borer, 12 varieties with moderate resistance, 5 varieties with sensitivity and 9 varieties with high sensitivity. While the aphid resistance of some popularized maize varieties was poor, their resistance to borers was strong, while the resistance to borers was poor, their resistance to aphids was strong. However, there were three varieties (Jingke968, Shuangtian726, and Wanxiantian6188) showed highly resistance to both *R. maidis* and *O. furnacalis*. The yield of 52 varieties for 10 plants fluctuated from 0.90 kg to 4.24 kg. Wanxiantian6188, Daimuda, Weitian999, Meiyushuangtiannuo502, Jingke968 had a higher yield than other varieties. Most of the maize varieties had more than 50% of ear damage rate, except Shangmandi, Guitiannuo 108, Taitan, Baimuda and Guinuo 530. [Conclusion] The 52 maize varieties popularized in Jiangxi Province have different degrees of resistance to pests, and their yields under natural infection are also quite different. We found that Wanxiantian 6188 and Jingke 968 had strong resistance to aphid and *O. furnacalis* and higher yield in the natural insect-sensitive state. Therefore, it was recommended to plant Wanxiantian 6188 and Jingke 968 for spring maize in Jiangxi Province. These resistant varieties screened in this study provided materials and theoretical basis for breeding and popularizing maize insect-resistant varieties.

Keywords: maize varieties; pest resistance; population dynamics; *Rhopalosiphum maidis*; *Ostrinia furnacalis*; yield; damage rate

【研究意义】玉米(*Zea mays* L.)作为我国的三大粮食作物之一,是人类重要的食物来源、家禽饲料和工业原料,保证玉米产量稳定对国家粮食安全具有重要意义^[1]。但玉米时常受到各类害虫侵害,导致产量损失、品质下降^[2-5]。农业生产中主要采取化学杀虫剂防治各类害虫,不仅破坏环境也不可避免地引起害虫产生抗药性^[6]。所以,利用玉米对害虫的自然抗性,合理选用抗虫品种,在农业生产中尤为重要。【前人研究进展】植物品种抗虫性是在昆虫与植物长期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。因此,玉米自身的抗虫性是解决害虫危害问题的有效途径之一^[7-8]。传统玉米抗性育种由于选育周期较长,且抗虫种质资源匮乏,因此较难获得抗性品种,从现有主推品种中筛选抗虫种质资源是减少虫害损失最经济有效的方法^[9]。一般来说,在抗虫玉米鉴定中,蚜量比值为抗蚜性鉴定的主要指标,平均食叶级别为一代亚洲玉米螟(*Ostrinia furnacalis*)和草地贪夜蛾(*Spodoptera frugiperda*)等食叶害虫抗性鉴定主要标准,茎秆蛀孔数等指标为二代亚洲玉米螟抗性鉴定主要标准,而虫情指数则可作为

穗期鳞翅目害虫抗性鉴定主要标准。陈强等^[9]通过蚜量比值鉴定发现玉米品种金西南8号和陇玉1号为高抗蚜虫品种;武德功等^[10]根据食叶级别评估了1463个普通玉米自交系对亚洲玉米螟的抗性水平,张柱亭等^[11]和丁新华等^[12]分别根据茎秆蛀孔数等指标分析了沈阳和新疆主栽玉米品种抗螟性,徐清芳^[13]依据虫情指数鉴定得到桃蛀螟(*Dichocrocis punctiferalis*)抗性品种6个,亚洲玉米螟高抗品种1个,棉铃虫(*Helicoverpa armigera*)抗性品种2个。这些抗虫品种的筛选鉴定对于利用玉米自然抗性降低害虫爆发风险具有重要的实践意义。

【本研究切入点】江西省是农业大省,全省有95个县市区种植玉米,其种植面积逐年增加,并在2021年达到5万hm²^[14]。然而,目前江西玉米害虫发生规律仍不明晰,也缺乏抗虫品种鉴定的报道。因此,明确江西玉米生产中的主要害虫及不同推广品种的抗虫特性对玉米生产具有重要意义。【拟解决的关键问题】通过害虫种群动态调查,明确江西省为害玉米的主要害虫种类,并通过调查不同玉米品种上主要害虫数量、危害情况、玉米产量等指标鉴定不同品种的抗虫性,为玉米抗虫品种的选育和推广提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 玉米种植与管理

试验选在江西省南昌市南昌县八一乡板联村(28°33'N、115°56'E)进行,试验田东西长30 m、南北长44 m,种植面积为1320 m²,该试验田耕作条件良好,水源充足。将该地块按东西方向平均分为2块,西地块全部种植玉米品种赣科甜8号,东地块在四周种植赣科甜8号作为保护行,并将中间部分分为3个小区,每小区内随机种植52个江西省推广玉米品种(由江西省农业科学院和北京市农林科学院玉米研究中心提供),每品种分1垄2行种植,每行12株,行间距0.4 m,品种间距1 m。所有玉米品种在2023年3月29日集中播种育苗,4月16日移栽至上述对应区域。玉米种植期间,整个田块不使用任何农药,其余农事操作按统一标准正常进行。

1.2 害虫种群动态调查

玉米害虫调查采用目测观察法。玉米移栽后,每周调查西地块(赣科甜8号种植区)害虫发生情况。采用“Z”字型取样法在玉米地中挑选6点,每点连续统计20株玉米整株植株上的主要害虫数量,直至玉米成熟期。

1.3 玉米抗性鉴定

经前期观察发现玉米蚜(*Rhopalosiphum maidis*)和亚洲玉米螟为春玉米田中主要害虫,因此,本试验主要关注52个江西省推广玉米品种对玉米蚜和亚洲玉米螟抗性。在玉米蚜发生高峰期(6月9日)分别调查52个品种玉米蚜植株危害数量和蚜虫数量;在大部分玉米品种(90%)达到吐丝期时(6月12日),调查52个品种玉米亚洲玉米螟植株危害数量、茎秆蛀孔数和玉米茎秆折断数量。

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。

玉米抗亚洲玉米螟鉴定评级标准:高抗(HR)品种抗性等级为0级,茎秆蛀孔数为0~<0.2;抗性(R)品种抗性等级为1级,茎秆蛀孔数为0.20~<0.30;中抗(MR)品种抗性等级为2级,蛀孔数为0.30~<0.40;感虫(S)品种抗性等级为3级,蛀孔数为0.40~0.50;高感(HS)品种抗性等级为4级,蛀孔数>0.5。

1.4 果穗产量和危害率调查

待各玉米品种达到各自成熟期时(7月1—10日),分别统计各品种果穗产量和危害率。具体方法为每个品种随机挑选10株玉米植株统计果穗数并使用电子天平(精度:0.005 kg)称量,统计这些果穗中被害虫[劳氏黏虫(*Mythimna loreyi*)、亚洲玉米螟、棉铃虫、草地贪夜蛾]为害的果穗数量。

1.5 数据分析

采用SPSS 19.0进行数据处理,并用GraphPad Prism 9绘图。

2 结果与分析

2.1 春玉米害虫种群动态

调查结果表明:江西省南昌市春玉米主要害虫有劳氏黏虫、亚洲玉米螟、棉铃虫、草地贪夜蛾、玉米蚜。其中,劳氏黏虫从苗期到花粒期都有为害,田间种群数量有 2 个高峰期,穗期前期和花粒期,20 棵玉米植株上平均能发现 1.8 头和 1.5 头,劳氏黏虫第一高峰期主要为害幼嫩叶片,第二高峰期主要为害玉米穗上幼嫩的细丝;亚洲玉米螟在穗期开始为害,其种群也有 2 个高峰期,分别在穗期和花粒期后期,20 棵玉米植株上平均能发现 4.5 头和 3.7 头,亚洲玉米螟第一高峰期低龄幼虫主要为害幼嫩叶片,高龄幼虫钻食茎秆和雄穗,第二高峰期主要为害玉米穗;棉铃虫也在穗期开始为害,随后种群数量逐渐增加,在花粒期后期达到高峰,主要集中在玉米穗顶部为害;草地贪夜蛾在花粒期开始出现,且种群数量较低,主要在玉米穗顶部为害;玉米蚜从苗期开始出现,在穗期达到高峰期,主要在雄穗和顶部两片叶为害,之后种群数量逐渐降低,并在花粒期转移至玉米穗上为害(图 1)。整体而言,亚洲玉米螟和玉米蚜种群数量较多,为害较重。

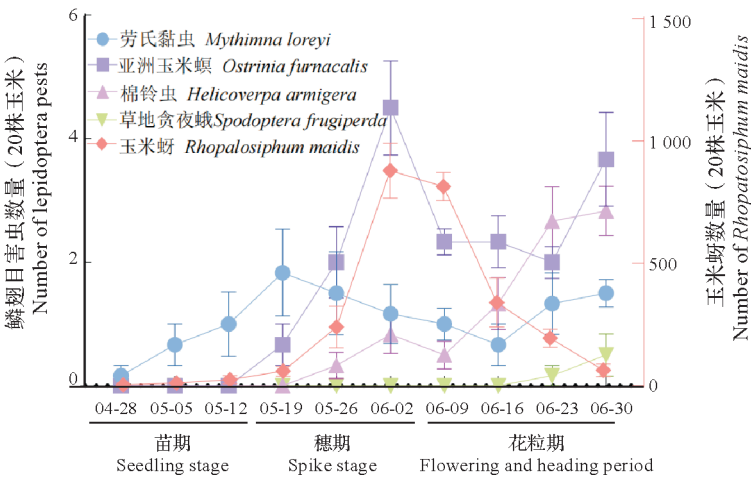


图 1 春玉米主要害虫种群动态
Fig.1 Population dynamics of major pests in spring maize

2.2 52 个推广玉米品种田间自然抗蚜性

在自然感虫条件下,用 52 个品种的平均蚜量比值评估各品种的玉米抗蚜性。鉴定出的高抗蚜虫品种 17 个,包括嘉业糯 199、双甜 728、京科 968、万鲜甜 6188、理想 66、凤糯 18、嘉业 66、鲁甜 910、彩甜糯 510、粤甜 16 号、尚满帝、温科糯 2 号、珍珠糯 20、红甜糯 18、存花糯 1 号、锐玉 926、津糯 2 号;另外,抗虫品种有 5 个,中抗品种 5 个,敏感品种 6 个,高感品种 17 个(表 1)。

表 1 52 个推广玉米品种田间自然抗蚜性鉴定

Tab.1 Identification of natural resistance to aphids in 52 maize varieties in field

品种 Variety	为害比例/% Percentage of damage	蚜量比值 Aphid num- ber ratio	抗性评价 Resistance evaluation	品种 Variety	为害比例/% Percentage of damage	蚜量比值 Aphid num- ber ratio	抗性评价 Resistance evaluation
嘉业糯 199 Jiayenuo199	3.333	0.005	HR	美玉爽甜糯 502 Meiyushuangtiannuo 502	16.667	0.685	MR
双甜 728 Shuangtian728	5.588	0.006	HR	粤白甜糯 12 号 Yuebaitiannuo12	25.000	0.726	MR
京科 968 Jingke968	3.333	0.011	HR	赣科甜 8 号 Ganketian8	28.333	0.745	MR
万鲜甜 6188 Wanxiantian6188	9.444	0.012	HR	百沐达 Baimuda	20.526	0.872	S

续表

品种 Variety	为害比例/% Percentage of damage	蚜量比值 Aphid number ratio	抗性评价 Resistance evaluation	品种 Variety	为害比例/% Percentage of damage	蚜量比值 Aphid number ratio	抗性评价 Resistance evaluation
理想 66 Lixiang66	3.333	0.014	HR	圣甜糯 988 Shengtiannuo988	28.684	0.892	S
凤糯 18 Fengnuo18	5.000	0.041	HR	迈达利子建 Maidalizijian	18.333	0.946	S
嘉业 66 Jiaye66	5.000	0.055	HR	亿绿甜 6 号 Yilvtian6	22.179	1.015	S
鲁甜 910 Lutian910	3.333	0.063	HR	彩糯 606 Cainuo606	29.074	1.027	S
彩甜糯 510 Caitiannuo510	6.667	0.067	HR	泰坦 Taitan	35.098	1.169	S
粤甜 16 号 Yuetian16	1.667	0.095	HR	美玉糯 30 号 Meiyunuo30	26.667	1.357	HS
尚满帝 Shangmandi	5.000	0.095	HR	玉糯鲜 7 号 YunuoXian7	16.667	1.546	HS
温科糯 2 号 Wenkenuo2	1.667	0.101	HR	万甜糯 258 Wantiannuo258	36.715	1.650	HS
珍珠糯 20 zhenzhunuo	5.000	0.158	HR	万鲜糯 511 Wanxiannuo511	28.333	1.704	HS
红甜糯 18 Hongtiannuo18	10.000	0.160	HR	黑甜糯 188 Heitiannuo188	51.667	1.704	HS
存花糯 1 号 Cunhuanuo1	1.852	0.168	HR	珍甜糯 2022 Zhentiannuo2022	28.207	1.735	HS
锐玉 926 Ruiyu926	6.667	0.196	HR	桂甜糯 535 Guitiannuo535	34.298	1.765	HS
津糯 2 号 Jinnuo2	18.333	0.240	HR	苏玉糯 916 Suyunuo916	50.000	1.988	HS
桂糯 530 Guinuo530	10.088	0.256	R	桂甜糯 108 Guitiannuo108	41.988	2.132	HS
鲁甜 926 Lutian926	6.852	0.256	R	荆恒 18-1 Jingheng18-1	30.000	2.177	HS
浙科糯 101 Zhekenuo101	10.000	0.297	R	连甜糯 2107 Liantiannuo2107	40.000	2.398	HS
佳农 801 Jianong801	8.333	0.300	R	粤白甜糯 8 号 Yuebaitiannuo8	68.333	2.618	HS
万鲜糯 533 Wanxiannuo533	11.667	0.431	R	黑美人黑糯 Heimeirenheino	26.667	2.682	HS
维甜 999 Weitian999	11.667	0.536	MR	珍甜糯 368 Zhentiannuo368	28.333	2.682	HS
钱江糯 6 号 Qianjiangnuo6	11.667	0.589	MR	亿甜 3 号 Yitian3	46.667	2.726	HS
粤白甜糯 168 Yuebaitiannuo168	30.036	0.656	MR	河糯 101 Henuo101	67.368	3.467	HS
苏玉糯 5 号 Suyunuo5	21.667	0.663	MR	苏玉糯 926 Suyunuo926	62.037	3.968	HS

HR 代表高抗, R 代表抗性, MR 代表中抗, S 代表感虫, HS 代表高感。

HR stands for high resistance, R stands for resistance, MR stands for neutral resistance, S stands for susceptibility, HS stands for high susceptibility.

2.3 不同玉米品种田间自然抗螟性

在亚洲玉米螟自然侵染条件下,用玉米每植株茎秆蛀孔数评估 52 个江西省推广玉米品种的穗期抗螟性。鉴定出的高抗亚洲玉米螟品种 12 个,包括百沐达、粤白甜糯 168、京科 968、双甜 728、桂甜糯 535、荆恒 18-1、苏玉糯 916、美玉糯 30 号、苏玉糯 5 号、亿甜 3 号、万鲜甜 6188、泰坦;另外,抗虫品种有 14 个,中抗品种 12 个,敏感品种 5 个,高感品种 9 个(表 2)。

表 2 52 个推广玉米品种田间自然抗螟性鉴定

Tab.2 Identification of natural resistance to <i>Ostrinia furnacalis</i> in 52 maize varieties in field									
品种 Variety	为害比例 Percentage of damage	茎秆蛀孔数 Number of holes per plant	断秆比例/% Proportion of culm broken	抗性评价 Resistance evaluation	品种 Variety	为害比例 Percentage of damage	茎秆蛀孔数 Number of holes per plant	断秆比例/% Proportion of culm broken	抗性评价 Resistance evaluation
百沐达 Baimuda	3.333	0.033	0.000	HR	彩甜糯 510 Caitiannuo510	26.667	0.300	10.000	MR
粤白甜糯 168 Yuebaitiannuo168	3.922	0.039	0.000	HR	美玉爽甜糯 502 Meiyushuangtiannuo502	23.333	0.300	3.333	MR
京科 968 Jingke968	5.000	0.050	3.333	HR	珍珠糯 20 Zhenzhunuo20	25.000	0.317	13.333	MR
双甜 728 Shuangtian728	8.627	0.086	0.000	HR	珍甜糯 2022 Zhentiannuo2022	29.152	0.325	8.606	MR
桂甜糯 535 Guitiannuo535	17.368	0.104	0.000	HR	锐玉 926 Ruiyu926	25.000	0.333	6.667	MR
荆恒 18-1 Jingheng18-1	10.000	0.133	6.667	HR	珍甜糯 368 Zhentiannuo368	25.000	0.333	15.000	MR
苏玉糯 916 Suyunuo916	13.333	0.133	3.333	HR	桂甜糯 108 Guitiannuo108	26.365	0.336	13.967	MR
美玉糯 30 号 meiyunuo30	15.000	0.150	3.333	HR	尚满帝 Shangmandi	30.000	0.350	0.000	MR
苏玉糯 5 号 Suyunuo5	11.667	0.183	8.333	HR	粤白甜糯 8 号 Yuebaitiannuo8	25.000	0.350	8.333	MR
亿甜 3 号 Yitian3	15.000	0.183	10.000	HR	万甜糯 258 Wantiannuo258	33.363	0.352	10.448	MR
万鲜甜 6188 Wanxiantian6188	21.667	0.189	3.333	HR	温科糯 2 号 Wenkenuo2	31.667	0.383	5.000	MR
泰坦 Taitan	17.843	0.195	7.255	HR	鲁甜 910 Lutian910	25.000	0.383	8.333	MR
粤白甜糯 12 号 Yuebaitiannuo12	16.667	0.200	1.667	R	连甜糯 2107 Liantiannuo2107	25.000	0.450	20.000	S
黑甜糯 188 Heitiannuo188	18.333	0.200	6.667	R	存花糯 1 号 Cunhuanuo1	37.222	0.456	20.556	S
万鲜糯 511 Wanxiannuo511	23.333	0.200	0.000	R	桂糯 530 Guitian530	34.298	0.482	3.509	S
亿绿甜 6 号 Yilvtian6	16.329	0.200	5.556	R	佳农 801 Jianong801	38.333	0.483	25.000	S
维甜 999 Weitian999	20.000	0.217	1.667	R	理想 66 Lixiang66	38.333	0.483	11.667	S
河糯 101 Henuo101	15.351	0.221	6.754	R	红甜糯 18 Hongtiannuo18	48.333	0.533	16.667	HS
苏玉糯 926 Suyunuo926	20.926	0.228	3.704	R	万鲜糯 533 Wanxiannuo533	36.111	0.539	12.778	HS
黑美人黑糯 heimeirenheينو	20.000	0.233	8.333	R	浙科糯 101 Zhekenuo101	45.000	0.567	21.667	HS
迈达利子建 maidalizijian	23.333	0.233	6.667	R	鲁甜 926 Lutian926	51.111	0.667	12.407	HS
彩糯 606 Cainuo606	37.407	0.243	15.556	R	嘉业糯 199 Jiayenuo199	53.333	0.700	8.333	HS
钱江糯 6 号 Qianjiangnuo6	22.778	0.244	1.667	R	粤甜 16 号 Yuetian16	55.000	0.767	26.667	HS
圣甜糯 988 Shengtiannuo988	22.105	0.254	1.667	R	津糯 2 号 Jinnuo2	65.000	0.867	43.333	HS
赣科甜 8 号 Ganketian8	26.667	0.267	5.000	R	凤糯 18 Fengnuo18	90.000	1.300	56.667	HS
玉糯鲜 7 号 YunuoXian7	23.333	0.283	3.333	R	嘉业 66 Jiaye66	68.333	1.550	38.333	HS

HR 代表高抗,R 代表抗,MR 代表中抗性,S 代表感虫,HS 代表高感。
HR stands for high resistance, R stands for resistance, MR stands for neutral resistance, S stands for susceptibility, HS stands for high susceptibility.

2.4 52个推广玉米品种田间自然抗蚜与抗螟性相关分析

52个推广玉米品种田间自然抗蚜与抗螟性相关分析发现,只有京科968、双甜726、万鲜甜6188既高抗蚜虫又高抗亚洲玉米螟(图2)。当玉米品种蚜量比值大于0.5时,其被玉米螟为害后的茎秆蛀孔数均小于0.5,同时,当玉米螟为害后的玉米品种茎秆蛀孔数大于0.6时,其蚜量比值小于0.26,说明部分玉米品种抗蚜性较差时,其抗螟性则较强,而当抗螟性较差时,则其抗蚜性抗蚜性较强。

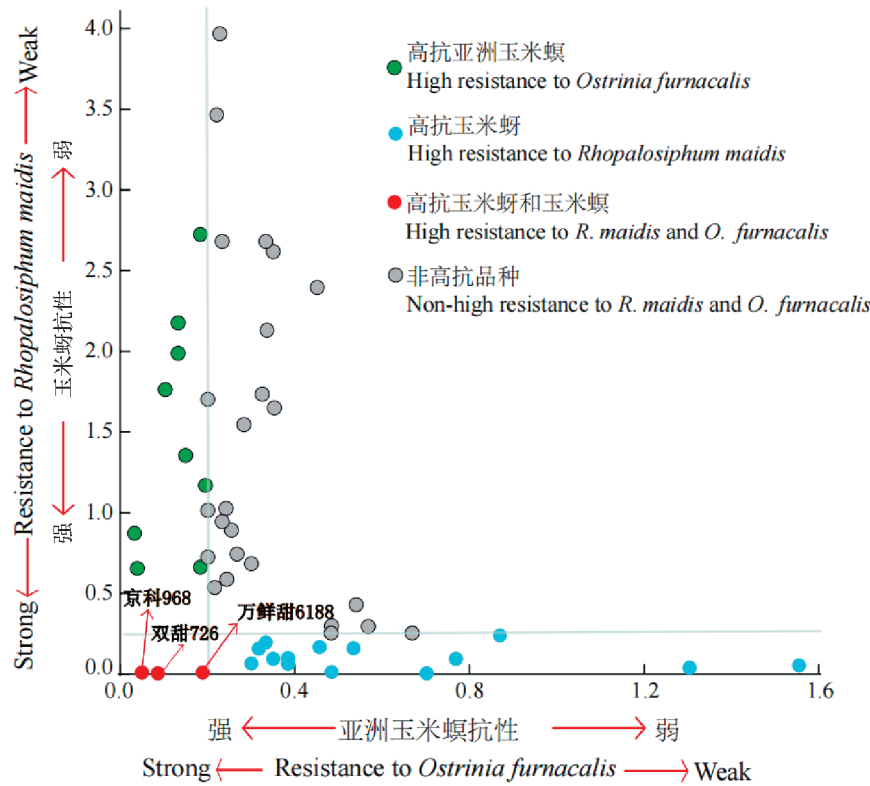


图2 52个推广玉米品种田间自然抗蚜与抗螟性相关分析

Fig.2 Correlation analysis of natural resistance to aphids and *Ostrinia furnacalis* in 52 maize varieties in field

2.5 不同玉米品种田间产量与果穗为害率

测产结果表明,52个推广玉米品种10株产量为0.90~4.24 kg,其中产量最高的5个品种分别为万鲜甜6188、百沐达、维甜999、美玉爽甜糯502、京科968,产量最低的5个品种分别为凤糯18、嘉业66、嘉业糯199、津糯2号、理想66。大部分玉米品种果穗为害率较高,除尚满帝、桂甜糯108、泰坦、百沐达、桂糯530,其余品种果穗为害率都在50%以上,且有4个品种(苏玉糯926、佳农801、温科糯2号、理想66)为害率达到95%(表3)。

表3 自然感虫状态下52个推广玉米品种产量与品质

Tab.3 Yield and quality of 52 maize varieties under naturally sensitive state

品种 Variety	玉米产量(10株) maize yields (10 plants)	果穗为害率/% Damage rate of maize	品种 Variety	玉米产量(10株) maize yields (10 plants)	果穗为害率/% Damage rate of maize
万鲜甜6188 Wanxiantian6188	4.24	59.06	万鲜糯511 Wanxiannuo511	2.36	61.76
百沐达 Baimuda	3.64	40.00	万甜糯258 Wantiannuo258	2.36	63.33
维甜999 Weitian999	3.43	67.27	珍珠甜糯2022 Zhenzhutiannuo2022	2.33	82.22
美玉爽甜糯502 Meiyushuangtiannuo502	3.12	61.21	亿甜3号 Yitian3	2.33	50.00

续表

品种 Variety	玉米产量(10株) maize yields (10 plants)	果穗为害率/% Damage rate of maize	品种 Variety	玉米产量(10株) maize yields (10 plants)	果穗为害率/% Damage rate of maize
京科 968 Jingke968	3.07	60.00	钱江糯 6 号 Qianjiangnuo6	2.32	90.00
尚满帝 Shangmandi	3.00	29.52	万鲜糯 533 Wanxiannuo533	2.28	85.19
鲁甜 910 Lutian910	2.98	76.67	荆恒 18-1 Jingheng18-1	2.27	72.96
鲁甜 926 Lutian926	2.89	64.85	双甜 728 Shuangtian728	2.24	71.85
赣科甜 8 号 Ganketian8	2.84	83.33	迈达利子建 Maidalizijian	2.23	63.89
黑美人黑糯 heimeirenheinu	2.84	45.56	珍珠糯 20 Zhenzhunuo20	2.23	80.00
桂糯 530 Guinuo530	2.83	43.33	粤白甜糯 8 号 Yuebaitiannuo8	2.23	90.00
粤白甜糯 168 Yuebaitiannuo168	2.75	53.33	连甜糯 2107 Liantiannuo2107	2.22	92.96
泰坦 Taitan	2.74	35.83	河糯 101 Henuo101	2.19	64.52
彩甜糯 510 Caitiannuo510	2.73	70.00	桂甜糯 535 Guitiannuo525	2.11	74.44
珍甜糯 368 Zhentiannuo368	2.70	67.78	浙科糯 101 Zhekenuo101	2.11	83.33
桂甜糯 108 Guitianuo108	2.70	30.00	苏玉糯 5 号 Suyunuo5	2.08	60.00
美玉糯 30 号 Meiyunuo30	2.64	85.93	红甜糯 18 Hongtiannuo18	1.98	52.59
苏玉糯 926 Suyunuo926	2.58	96.67	佳农 801 Jianong801	1.86	96.67
亿绿甜 6 号 Yilvtian6	2.57	54.76	温科糯 2 号 Wenkenuo2	1.83	96.67
存花糯 1 号 Cunhuanuo1	2.57	69.26	粤甜 16 号 Yuetian16	1.80	82.22
黑甜糯 188 Heitiannuo188	2.56	59.36	玉糯鲜 7 号 YunuoXian7	1.76	79.05
彩糯 606 Cainuo606	2.55	53.33	凤糯 18 Fengnuo18	1.56	92.50
苏玉糯 916 Suyunuo916	2.45	86.67	嘉业 66 Jiaye66	1.54	89.93
锐玉 926 Ruiyu926	2.39	93.33	嘉业糯 199 Jiayenuo199	1.49	93.33
粤白甜糯 12 号 Yuebaitiannuo12	2.38	82.59	津糯 2 号 Jinnuo2	1.45	90.91
圣甜糯 988 Shengtiannuo988	2.37	74.07	理想 66 Lixiang66	0.90	100.00

3 讨论与结论

玉米是我国种植面积最广、产量最高的粮食作物之一,减少其被害虫损害对保障国家粮食安全至关重要^[1]。本研究通过种群动态调查发现亚洲玉米螟和玉米蚜为春玉米主要害虫,后通过蚜量比值法确定了52个江西省推广品种中有17个高抗蚜虫品种,通过茎秆孔数确定了12个高抗亚洲玉米螟品种,其中京科968、双甜726、万鲜甜6188既高抗蚜虫又高抗亚洲玉米螟;最后,通过统计玉米产量与果穗为害率,筛选得到自然感虫状态下产量较高的品种万鲜甜6188、百沐达、维甜999、美玉爽甜糯502、京科968。本研究结果为江西抗虫玉米品种的选种提供了基础数据。

不同地区、季节、气候环境下害虫优势种差异较大^[15-16]。明确玉米主要害虫种类与种群动态是害虫精准防控的前提^[17]。本研究调查发现江西省南昌市春玉米害虫优势种有劳氏黏虫、亚洲玉米螟、棉铃虫、玉米蚜,而在云南报道的玉米害虫优势种为玉米蚜、黄脸油葫芦(*Teleogryllus emma*)^[15],在黄淮地区发生量较大的玉米害虫则为玉米螟、黏虫(*Mythimna separata*)、桃蛀螟^[18],各地优势种差异的原因可能是地理位置不同导致气候条件差异较大,进而影响不同昆虫的存活与生殖。结合春玉米害虫优势种的种群动态,可以精准防控各个时期的主要害虫,例如:苗期后期需要防治劳氏黏虫避免其为害叶片;穗期既需要防控亚洲玉米螟蛀孔为害,也需要防止蚜虫种群扩大;而在花粒期则需要防治劳氏黏虫、亚洲玉米螟、棉铃虫等鳞翅目害虫在玉米穗上为害。在夏玉米地中为害较重的草地贪夜蛾对春玉米为害较轻,只在玉米花粒期后期出现少量几头,推测江西中北部主要为草地贪夜蛾的迁飞过渡区,其虫源主要来自于周年繁殖区的迁飞种群^[19]。

抗性玉米品种筛选与种植是玉米害虫绿色防控及农药简施的重要供选措施^[12]。本研究对52个江西省推广玉米品种进行了自然感虫试验,并筛选出了在穗期既抗亚洲玉米螟又抗蚜虫的3个玉米品种(京科968、双甜726、万鲜甜6188)。然而,玉米抗虫性是多种因素相互影响的结果。例如,亚洲玉米螟蛀食心叶和茎秆会影响养分和水分运输^[20],进而影响蚜虫在玉米上的适合度;昆虫的取食也会诱导寄主产生生理防御反应,改变营养状态和次生代谢物含量,进而影响自身和其他昆虫适合度改变^[21]。本研究虽未深入探究所鉴定玉米品种抗虫性产生的原因,但是在自然状态下筛选出潜在抗虫品种。虽然部分品种在穗期对蚜虫或玉米螟都有较强抗性,但其玉米穗都易受到鳞翅目害虫为害,即同一品种不同生育时期的抗虫性也不尽相同^[22],因此,即便种植抗性品种也需要在花粒期进行鳞翅目害虫防治。

由于作物会平衡生长和防御,其产量与抗虫性之间往往存在拮抗作用,筛选抗虫性较好、产量高的品种对作物育种与生产具有重要意义^[23]。本研究筛选得到的3个抗虫品种中万鲜甜6188和京科968的产量在52个品种中居前列,而双甜728则产量较低,说明万鲜甜6188、和京科968维持了抗虫和产量之间的平衡,而双甜728可能在合成防御代谢物时缩减了营养物质合成。

本研究通过害虫种群动态调查明确了江西春玉米主要害虫玉米蚜和亚洲玉米螟的发生高峰期(穗期),同时也筛选得到了穗期抗虫性较好且产量较高的玉米品种万鲜甜6188、和京科968,为精准植保策略的应用以及玉米抗虫品种的选育和推广提供理论依据。

致谢:江西省农业科学院基础研究与人才培养专项(JXSNKYJCRC202338)同时对本研究给予了资助,谨致谢意!

参考文献 References:

- [1] 钟志平,许世卫,孙素华.2020年中国粮食供需分析及未来展望[J].农业展望,2021,17(8):3-14.
ZHONG Z P, XU S W, SUN S H. Analysis of China's grain supply and demand in 2020 and its future prospects[J]. Agricultural outlook, 2021, 17(8): 3-14.
- [2] 郑玲.玉米虫害玉米螟的综合防治[J].农业开发与装备,2012(6):153-154.
ZHENG L. Integrated control of maize pest: *Ostrinia furnacalis* [J]. Agricultural development & equipments, 2012(6): 153-154.

- [3] 韩海亮,章金明,徐红星,等.草地贪夜蛾在浙江东阳田间玉米植株上的发生及防治策略[J].昆虫学报,2020,63(5):613-623.
- HAN H L,ZHANG J M,XU H X,et al.Occurrence and control strategy of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) on maize plants in fields in Dongyang, Zhejiang, eastern China[J].Acta entomologica Sinica,2020,63(5):613-623.
- [4] 陈立涛,刘莉,崔彦,等.河北馆陶劳氏黏虫与黏虫发生动态调查[J].中国植保导刊,2022,42(8):29-32.
- CHEN L T,LIU L,CUI Y,et al.Population dynamics of *Leucania loreyi* and *Mythimna separata* in Guantao, Heibei[J].China plant protection,2022,42(8):29-32.
- [5] 王朝敏,薛春梅,秦瑞芬.玉米蚜虫的发生及防治[J].现代农业科技,2021(11):107,113.
- WANG Z M,XUE C M,QIN R F.Occurrence and control of maize aphids[J].Modern agricultural science and technology,2021(11):107,113.
- [6] 吴益东,沈慧雯,张正,等.草地贪夜蛾抗药性概况及其治理对策[J].应用昆虫学报,2019,56(4):599-604.
- WU Y D,SHEN H W,ZHANG Z,et al.Current status of insecticide resistance in *Spodoptera frugiperda* and counter measures to prevent its development[J].Chinese journal of applied entomology,2019,56(4):599-604.
- [7] 朱秋云,丛斌.玉米的抗虫性状与次生代谢物的关系[J].安徽农业科学,2006,34(10):2191-2192.
- ZHU Q Y,CONG B.Study on the relation between the resistance to the Asian corn borer and secondary metabolites of maize [J].Journal of Anhui agricultural sciences,2006,34(10):2191-2192.
- [8] 陈敏扬,梁娜娜,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 D N,CHEN X H.Research progress of cucurbit crops resistance to aphid[J].Molecular plant breeding,2017,15(9):3803-3810.
- [9] 陈强,张金龙,雷帅,等.不同玉米新品种田间抗蚜性比较[J].玉米科学,2020,28(5):162-168.
- CHEN Q,ZHANG J L,LEI S,et al.Comparison of aphid resistance of different common maize varieties in field[J].Journal of maize sciences,2020,28(5):162-168.
- [10] 武德功,方文浩,陈欢,等.普通玉米自交系对亚洲玉米螟抗性鉴定及其抗性机制初步研究[J].浙江农业学报,2018,30(5):688-694.
- WU D G,FANG W H,CHEN H,et al.Preliminary study on resistance identification and mechanism of maize inbred lines to Asian corn borer[J].Acta agriculturae Zhejiangensis,2018,30(5):688-694.
- [11] 张柱亭,钱海涛,董辉,等.沈阳几个主栽玉米品种的二代玉米螟抗性初探[J].江苏农业科学,2011(1):170-171.
- ZHANG Z T,QIAN H T,DONG H,et al.Study on the resistance of the second generation maize borer to several main maize varieties in Shenyang[J].Jiangsu agricultural sciences,2011(1):170-171.
- [12] 丁新华,王志慧,贾尊尊,等.新疆主栽玉米品种不同生育期抗螟性鉴定及评价[J].新疆农业科学,2022,59(5):1180-1188.
- DING X H,WANG Z H,JIA Z Z,et al.Identification and evaluation of resistance to borer in different growth stages of main maize cultivars in Xinjiang[J].Xinjiang agricultural sciences,2022,59(5):1180-1188.
- [13] 徐清芳.玉米品种对三种鳞翅目穗虫的抗性水平鉴定[D].泰安:山东农业大学,2018.
- XU Q F.Identification of resistance of corn varieties to three species of Lepidopteran larvae damaging corn ears[D].Tai'an: Shandong Agricultural University,2018.
- [14] 2023.国家统计局.国家统计局关于2021年粮食产量数据的公告[EB/OL].(2021-12-06)[2023-08-01].<http://www.stats.gov.cn>.
- National Bureau of Statistics. Announcement of the National Bureau of Statistics on grain output data for 2021 [EB/OL]. (2021-12-06)[2023-08-01]. <http://www.stats.gov.cn>.

- [15] 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 indifferent ecological systems of Yunnan Province[J]. China plant protection, 2018, 38(9): 31-37.
- [16] 王雅偲.天津市夏玉米穗期害虫调查及玉米抗虫性研究[D].保定:河北农业大学,2022.
- WANG Y J. Investigation on pests of summer maize at ear stage in Tianjin city and study on insect-resistance of maize[D]. Baoding: Hebei Agricultural University, 2022.
- [17] 赵秀梅,刘悦,郑旭,等.我国玉米害虫防控现状与对策建议[J].现代农药,2022,21(6):6-14.
- ZHAO X M, LIU Y, ZHENG X, et al. Current status, strategies and suggestions for controlling the maize pests in China[J]. Modern agrochemicals, 2022, 21(6): 6-14.
- [18] 陈立涛,王梅娟,潘玉雷,等.不同夏玉米品种穗部主要害虫发生现状调查[J].中国植保导刊,2019,39(8):38-42.
- CHEN L T, WANG M J, PAN Y L, et al. Investigation on occurrence status of main pests in ear of different summer maize varieties[J]. China plant protection, 2019, 39(8): 38-42.
- [19] 郭安红,王纯枝,邓环环,等.草地贪夜蛾迁飞大气动力条件分析及过程模拟[J].应用气象学报,2022,33(5):541-554.
- GUO A H, WANG C Z, DENG H H, et al. Atmospheric dynamics analysis and simulation of the migration of fall armyworm[J]. Journal of applied meteorological science, 2022, 33(5): 541-554.
- [20] 黄艳青.玉米种植中玉米螟的综合防治技术[J].种子科技,2022,40(10):76-78.
- HUANG Y Q. Integrated control technology of corn borer in maize planting[J]. Seed technology, 2022, 40(10): 76-78.
- [21] 程柯方,刘俏,程远东,等.寄主植物对不同种群密度樟叶蜂取食后的生理防御响应[J].江西农业大学学报,2022,44(6):1457-1465.
- CHENG K F, LIU Q, CHENG Y D, et al. Physiological defense responses of host plants to feeding by different population densities of *Mesoneura rufonota*[J]. Acta agriculturae universitatis Jiangxiensis, 2022, 44(6): 1457-1465.
- [22] 张颖,王海亭,罗梅浩,等.不同玉米品种的抗螟性研究[J].河南农业大学学报,2009,43(5):543-547.
- ZHANG Y, WANG H T, LUO M H, et al. Studied of resistance of different maize varieties to corn and peach borers[J]. Journal of Henan agricultural university, 2009, 43(5): 543-547.
- [23] BERGELSON J, PURRINGTON C B. Surveying patterns in the cost of resistance in plants[J]. The American naturalist, 1996, 148(3): 536-558.