

不同鲜食玉米品种的抗螟性比较

陈 强,张金龙,雷 帅,李 强,张晓明,陈国华

(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,云南 昆明 650201)

摘要:为有效实施玉米害虫综合治理,对玉米品种之间的抗螟性差异进行比较,筛选具有抗螟性特征的玉米品种。在自然感虫状态下采用平行跳跃法分别记录玉米螟在玉米苗期、穗期、花粒期的危害状况,对 17 个鲜食玉米品种进行抗螟性鉴定,并对采用花叶指数测定玉米苗期抗螟性的可行性进行分析。结果表明,不同鲜食玉米品种百株受害率的动态变化规律基本一致,均在收获时受害株率达到最高峰。苗期抗螟性表现为高抗的玉米品种有 4 个:甜嘉糯 1 号、云糯 4 号、天紫 23 号、黑糯 1 号;穗期抗螟性表现为高抗的玉米品种有 2 个:甜嘉糯 1 号、天紫 23 号。花粒期云糯 4 号百株蛀孔数最低,为 79.0 个,夏王超甜百株蛀孔数最高,为 243.3 个。花叶指数与平均食叶级别极显著相关,花叶指数可作为鉴定玉米抗螟性的重要指标。甜嘉糯 1 号和天紫 23 号的抗螟性较好,可在螟虫发生危害严重的区域种植。

关键词:鲜食玉米;品种;亚洲玉米螟;花叶指数;抗螟性

中图分类号: S433.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004 - 3268(2019)11 - 0112 - 08

Comparison of Borer Resistance of Different Fresh-eating Corn Varieties

CHEN Qiang,ZHANG Jinlong,LEI Shuai,LI Qiang,ZHANG Xiaoming,CHEN Guohua
(College of Plant Protection,Yunnan Agricultural University/National Key Laboratory for Conservation and Utilization of Biological Resources in Yunnan,Kunming 650201,China)

Abstract: In order to effectively implement integrated control of corn pests,the differences of resistance to borer among corn varieties were compared to screen borer-resistant corn varieties. Parallel jump method was used to record the damage of corn borer at seedling stage,ear stage and flower-grain stage of corn under natural susceptibility. 17 varieties of fresh-eating corn were identified for borer resistance,and the feasibility of mosaic index to determine borer resistance of corn at seedling stage was analyzed. The results showed that the dynamic changes of damaged ratio per 100 plants of different fresh-eating corn varieties were basically the same, and the damaged ratio reached the peak at harvest time. At seedling stage,there were four varieties(Tianjianuo 1,Yunnuo 4,Tianzi 23 and Heinuo 1) with high resistance to borers. At ear stage,there were two varieties(Tianjianuo 1 and Tianzi 23) with high resistance to borers. At flower-grain stage,the lowest number of borers per 100 plants was inYunnuo4(79.0),and the highest borer number of 100 plants was in Xiawangchaotian(243.3). The correlation between mosaic index and average leaf-eating grade was extremely significant. Mosaic index could be used as an important index to identify the resistance of corn to borers. Tianjianuo 1 and Tianzi 23 had better resistance to borers and could be planted in areas where borers seriously occurred.

收稿日期:2019 - 06 - 15
基金项目:国家自然科学基金项目(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 -),男,山东泰安人,在读硕士研究生,研究方向:农业昆虫与害虫防治。E - mail:794719673@qq.com
张金龙为同等贡献作者
通信作者:陈国华(1964 -),女,云南昆明人,教授,博士,主要从事害虫综合治理研究。E - mail:chenghkm@126.com
张晓明(1984 -),男,云南保山人,副教授,博士,主要从事入侵生物学与生态学研究。E - mail:zxmalex@126.com

Key words: Fresh-eating corn; Varieties; Asian corn borer; Mosaic index; Borer resistance

玉米是我国主要的粮食作物,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^[1-9]。从收获物和用途上划分,玉米可分为籽粒用玉米、青贮玉米、鲜食玉米三大类。其中,鲜食玉米是指像水果蔬菜一样收获,食用部位为鲜嫩果穗的一类玉米,主要包括甜玉米和糯玉米^[10]。我国甜玉米种植主要分布在广东、广西和云南等地,糯玉米主要分布在新疆、内蒙古、吉林、四川、云南等地^[11]。

亚洲玉米螟(*Ostrinia furnacalis*)属鳞翅目(Lepidoptera)草螟科(Crambidae)秆野螟属(*Ostrinia*),在全国各地均有分布^[12]。亚洲玉米螟造成的危害严重影响玉米产量和质量,其中,玉米主要种植季节受害严重时减产 30% 以上^[13]。玉米螟初孵幼虫在心叶内取食嫩叶,使玉米心叶出现花叶和排粪孔。当受害叶展开后,在叶片上形成不规则的半透明薄膜状排孔,受害严重的叶片支离破碎,不能展开。玉米雄穗抽出后,大部分幼虫开始蛀入雄穗轴、雌穗轴和雌穗以上的茎秆,造成雄穗及上部茎秆折断,影响养分运输,危害玉米籽粒,使玉米籽粒破损,发育受阻^[14]。

玉米螟为钻蛀性害虫,幼虫一旦蛀入玉米茎秆,很多防治措施难以奏效。目前,防治玉米螟的主要方法仍是喷施化学杀虫剂,但化学杀虫剂在杀死害虫的同时,也杀死了害虫的天敌,造成生态平衡破坏和环境污染^[15]。利用抗螟玉米品种是减轻螟害的经济、安全、有效措施和根本途径^[16]。朱秋云等^[17]的研究表明,沈试 31 等 9 个玉米品种对一代和二代螟均具有较好的抗性;刘铁军^[18]在辽宁田间调查中测定了丹玉 24 等 5 个玉米品种,发现其具有抗螟性强且产量较高的性状;HE 等^[19]在北京对孟山都的转 *Bt* 基因(表达 cry1ab 蛋白)玉米和对照进行了评估,证明转 *Bt* 基因玉米对亚洲玉米螟具有很强的抗性。王桂跃等^[20]对浙江地区种植的鲜食玉米新品种进行了玉米螟抗性鉴定,发现甜玉米比饲料玉米受玉米螟危害更严重。国外学者在玉米的抗螟虫方面也做了相关研究,如 WILLIANMS 等^[21]在美国研究了转基因玉米对玉米螟的抗性评价,表明转基因玉米更抗虫;PRZYSTALSKI 等^[22]在波兰于 2014—2015 年连续 2 a 进行了玉米品种 VCU 系列田间试验,鉴定出对玉米螟抗性增强的玉米品种,其编号为 26281 和 25771。近年来,随着人们生活水平的提高,鲜食玉米由于植株体内可溶性糖、氨基酸和水的

含量较高,市场需求越来越大,种植面积逐年增加,但亚洲玉米螟等重要害虫的危害长期制约着鲜食玉米的发展^[23]。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鲜食玉米,是重要的鲜食玉米种植区。本研究对云南省生产中主要种植的 17 个不同鲜食玉米品种进行了田间抗螟性鉴定,为鲜食玉米抗螟品种的选育和推广提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试玉米品种共 17 个:瑞甜 1 号、瑞甜 3 号、瑞甜 4 号、都市丽人、都市王子、云甜玉 8 号、甜嘉糯 1 号、瑞白糯 1 号、云糯 4 号、黑糯 1 号、中科糯 1 号、花糯 1 号、吉利超甜 8 号、天紫 23 号、夏王超甜、中科甜 1 号、云甜玉 2 号,由云南省普洱市农业科学研究所提供。

1.2 样地概况

本试验设置在云南省普洱市南屏镇南岛河村(22°37'55"N,100°59'33"E)。每个玉米品种为 1 个处理,每处理重复 3 次。每个重复小区种植 240 株玉米,分为 8 行,株间距 0.25 m,行间距 0.5 m,小区长×宽为 5 m×6 m。玉米播种时间为 2017 年 6 月 8 日,收获时间为 2017 年 8 月 21 日。

1.3 调查方法

采用平行跳跃法进行调查,每个品种调查 60 株,每 15 d 调查 1 次。根据玉米的形态特征和生育特点,把玉米的生长期划分为苗期(出苗到拔节)、穗期(拔节到抽雄)和花粒期(抽雄到成熟)3 个阶段^[24]。记录幼虫取食造成的虫孔孔径大小和数量、各被害级别株数、受玉米螟危害玉米株数(受害株数)、茎秆蛀孔数^[25-26]。

1.4 数据分析和鉴定标准

1.4.1 玉米苗期花叶指数 被害级别采用 5 级标准划分:0 级,无虫孔;1 级,叶片虫孔呈针孔状;2 级,叶片虫孔多数呈针孔状,少数为小米粒大小的中等虫孔;3 级,叶片上有大量中等虫孔和少部分绿豆大小的虫孔;4 级,叶片上有大量中等虫孔和大虫孔^[27-28]。

花叶指数 = $\sum(\text{被害等级} \times \text{该等级株数}) / (\text{调查总株数} \times 5) \times 100\%$ 。

1.4.2 玉米苗期抗性标准 苗期抗性分级标准参考《玉米抗玉米螟鉴定技术规范》的分级标准^[29]。

具体划分标准:

食叶级别 1: 仅个别叶片上有 1~2 个孔径 ≤ 1 mm 的虫孔;

食叶级别 2: 仅个别叶片上有 3~6 个孔径 ≤ 1 mm 的虫孔;

食叶级别 3: 少数叶片有 7 个以上孔径 ≤ 1 mm 的虫孔;

食叶级别 4: 个别叶片上有 1~2 个孔径 ≤ 2 mm 的虫孔;

食叶级别 5: 少数叶片上有 3~6 个孔径 ≤ 2 mm 的虫孔;

食叶级别 6: 部分叶片上有 7 个以上孔径 ≤ 2 mm 的虫孔;

食叶级别 7: 少数叶片上有 1~2 个孔径 > 2 mm 的虫孔;

食叶级别 8: 部分叶片上有 3~6 个孔径 > 2 mm 的虫孔;

食叶级别 9: 大部叶片上有 7 个以上孔径 > 2 mm 的虫孔。

平均食叶级别 = Σ (食叶级别 × 该级别植株数)/调查总株数;

受害株率 = (受害株数/调查总株数) × 100%, 其中百株受害率调查株数为 100 株。

玉米抗玉米螟虫害级别划分及玉米对玉米螟抗性评价标准: 高抗(HR), 平均食叶级别为 1.0~2.9, 虫害级别为 1; 抗(R), 平均食叶级别为 3.0~4.9, 虫害级别为 3; 中抗(MR), 平均食叶级别为 5.0~

6.9, 虫害级别为 5; 感(S), 平均食叶级别为 7.0~8.9, 虫害级别为 7; 高感(HS), 平均食叶级别为 9.0, 虫害级别为 9。

1.4.3 玉米穗期抗性鉴定标准 穗期田间抗螟性标准参考高云霞等^[30]的鉴定标准: 高抗(HR)品种, 平均蛀孔数介于 0~0.60 孔/株; 抗性(R)品种, 平均蛀孔数介于 0.61~1.40 孔/株; 中抗(MR)品种, 平均蛀孔数介于 1.41~2.20 孔/株; 感性(S)品种, 平均蛀孔数介于 2.21~3.00 孔/株; 高感(HS)品种, 平均蛀孔数为 3.00 孔/株以上。

1.5 数据分析

使用 DPS 7.05 软件进行数据处理, 使用 Origin 2017 软件作图。

2 结果与分析

2.1 不同鲜食玉米品种苗期抗螟性比较

不同鲜食玉米品种的花叶指数见图 1。由图 1 可以看出, 花叶指数小于 5% 的品种有 3 个, 分别为云糯 4 号、天紫 23 号、甜嘉糯 1 号, 花叶指数分别为 4.7%、4.3%、1.3%; 花叶指数介于 5%~9% 的品种有 11 个, 分别为瑞甜 4 号、都市王子、中科糯 1 号、吉利超甜 8 号、瑞甜 1 号、中科甜 1 号、花糯 1 号、瑞白糯 1 号、瑞甜 3 号、黑糯 1 号、都市丽人, 花叶指数分别为 8.6%、8.6%、8.3%、8.3%、8.0%、7.6%、6.7%、6.3%、6.3%、5.7%、5.6%; 花叶指数大于 9% 的品种有 3 个, 分别为夏王超甜、云甜玉 8 号、云甜玉 2 号, 花叶指数分别为 11.3%、9.6%、9.3%。

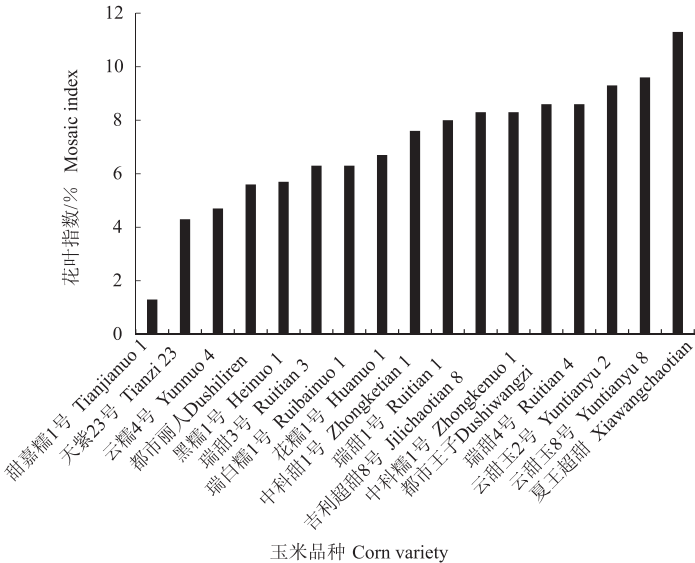


图 1 不同鲜食玉米品种苗期花叶指数

Fig.1 Mosaic index of different fresh-eating corn varieties at seedling stage

苗期抗螟性为高抗的品种有 4 个, 分别是甜嘉糯 1 号、云糯 4 号、天紫 23 号、黑糯 1 号(表 1); 抗

螟性为抗的品种有 10 个, 分别是花糯 1 号、都市丽人、中科甜 1 号、瑞甜 3 号、瑞白糯 1 号、瑞甜 1 号、

都市王子、吉利超甜 8 号、瑞甜 4 号、中科糯 1 号;抗玉 2 号;抗螟性为感性的品种有 1 个,为夏王超甜。螟性为中抗的品种有 2 个,分别为云甜玉 8 号、云甜

表 1 不同鲜食玉米品种苗期抗螟性

Tab.1 Borer Resistance of different fresh-eating corn varieties at seedling stage							
玉米品种 Corn variety	虫害级别 Insect damage level	平均食叶级别 Average leaf eating level	抗性评价 Resistance evaluation	玉米品种 Corn variety	虫害级别 Insect damage level	平均食叶级别 Average leaf eating level	抗性评价 Resistance evaluation
甜嘉糯 1 号 Tjianjianuo 1	1	1.2	HR	瑞甜 1 号 Ruitian 1	3	3.9	R
云糯 4 号 Yunnuo 4	1	1.9	HR	都市王子 Dushiwangzi	3	4.1	R
天紫 23 号 Tianzi 23	1	1.9	HR	吉利超甜 8 号 Jilichaotian 8	3	4.2	R
黑糯 1 号 Heinuo 1	1	2.4	HR	瑞甜 4 号 Ruitian 4	3	4.3	R
花糯 1 号 Huanuo 1	3	3.1	R	中科糯 1 号 Zhongkenuo 1	3	4.5	R
都市丽人 Dushiliren	3	3.3	R	云甜玉 8 号 Yuntianyu 8	5	5.1	MR
中科甜 1 号 Zhongketian 1	3	3.5	R	云甜玉 2 号 Yuntianyu 2	5	5.5	MR
瑞甜 3 号 Ruitian 3	3	3.6	R	夏王超甜 Xiawangchaotian	7	7.3	S
瑞白糯 1 号 Ruibainuo 1	3	3.7	R				

2.2 不同鲜食玉米品种穗期抗螟性比较

穗期抗性评价为高抗的品种有 3 个,分别是天紫 23 号、甜嘉糯 1 号、瑞甜 3 号,其平均蛀孔数较少,分别为 0.3、0.5、0.6 孔/株(表 2);评价为抗的品种有 7 个,分别是都市王子、黑糯 1 号、中科甜 1

号、云糯 4 号、瑞甜 4 号、瑞白糯 1 号和吉利超甜 8 号;评价为中抗的品种有 5 个,分别为夏王超甜、都市丽人、云甜玉 2 号、中科糯 1 号、花糯 1 号;评价为感性的品种有 2 个,分别为瑞甜 1 号、云甜玉 8 号。

表 2 不同鲜食玉米品种穗期抗螟性

Tab.2 Borer resistance of different fresh-eating corn varieties at ear stage					
玉米品种 Corn variety	平均蛀孔数/(个/株) Average number of holes (Hole/plant)	抗性 Resistance	玉米品种 Corn variety	平均蛀孔数/(个/株) Average number of holes (Hole/plant)	抗性 Resistance
天紫 23 号 Tianzi 23	0.3	HR	吉利超甜 8 号 Jilichaotian 8	1.2	R
甜嘉糯 1 号 Tjiannuo 1	0.5	HR	夏王超甜 Xiawangchaotian	1.5	MR
瑞甜 3 号 Ruitian 3	0.6	HR	都市丽人 Dushiliren	1.7	MR
都市王子 Dushiwangzi	0.7	R	云甜玉 2 号 Yuntianyu 2	1.8	MR
黑糯 1 号 Heinuo 1	0.7	R	中科糯 1 号 Zhongkenuo 1	2.1	MR
中科甜 1 号 Zhongketian 1	0.7	R	花糯 1 号 Huanuo 1	2.1	MR
云糯 4 号 Yunnuo 4	0.8	R	瑞甜 1 号 Ruitian 1	2.3	S
瑞甜 4 号 Ruitian 4	1.0	R	云甜玉 8 号 Yuntianyu 8	2.6	S
瑞白糯 1 号 Ruibainuo 1	1.1	R			

2.3 不同鲜食玉米品种花粒期抗螟性比较

不同品种鲜食玉米花粒期百株蛀孔数量差异显著($F_{16,34}=7.48,P=0.000\ 1$),云糯 4 号、瑞白糯 1 号的百株蛀孔数较少,分别为 79.0、88.7 个孔,二者之间差异不显著($F_{1,4}=0.84,P=0.412\ 3$)(表 3);其次是黑糯 1 号、天紫 23 号,百株蛀孔数分别为 94.3、113.3 个孔,二者之间差异不显著($F_{2,6}=$

1.38, $P=0.166\ 9$);然后是瑞甜 4 号、云甜玉 2 号,百株蛀孔数分别为 120.1、139.3 个,二者之间差异不显著($F_{1,4}=0.54,P=0.505\ 2$);其余 11 个品种百株蛀孔数较多,其中最少的是中科糯 1 号,百株蛀孔数也达 154.3 个,最多的是夏王超甜,百株蛀孔数高达 243.3 个,这些品种大多数之间的百株蛀孔数无显著差异($F_{10,22}=2.02,P=0.081\ 2$)。

表 3 不同鲜食玉米品种花粒期百株蛀孔数

Tab.3 Number of borers and larvae per 100 plants at anthesis and grain stage of fresh-eating corn of different varieties									
玉米品种 Corn variety	百株蛀孔数/(孔/百株) Number of borers per 100 plants/(Hole/hundred plant)				玉米品种 Corn variety	百株蛀孔数/(孔/百株) Number of borers per 100 plants/(Hole/hundred plant)			
	I	II	III	平均		I	II	III	平均
云糯 4 号 Yunnuo 4	76	92	69	79.0 ± 11.8f	中科糯 1 号 Zhongkenuo 1	168	163	132	154.3 ± 19.5bcdef
瑞白糯 1 号 Ruibainuo 1	88	75	103	88.7 ± 14.0ef	甜嘉糯 1 号 Tianjianuo 1	147	184	155	162.0 ± 19.5abcdef
黑糯 1 号 Heinuo1	104	94	85	94.3 ± 9.5def	云甜玉 8 号 Yuntianyu 8	206	184	136	175.7 ± 35.5abcd
瑞甜 4 号 Ruitian 4	117	86	156	120.1 ± 35.1bcdef	都市王子 Dushiwangzi	191	166	187	181.3 ± 13.4abc
天紫 23 号 Tianzi 23	97	112	131	113.3 ± 17.0cdef	瑞甜 3 号 Ruitian 3	198	135	227	186.7 ± 46.8abc
云甜玉 2 号 Yuntianyu 2	105	149	164	139.3 ± 30.6bcdef	瑞甜 1 号 Ruitian 1	187	231	179	199.2 ± 27.8ab
花糯 1 号 Huanuo 1	167	155	149	157.0 ± 9.2bcdef	都市丽人 Dushiliren	202	167	195	188.0 ± 18.5abc
吉利超甜 8 号 Jilichaotian 8	192	134	177	176.7 ± 30.1abcd	夏王超甜 Xiawangchaotian	247	296	186	243.3 ± 54.8a
中科甜 1 号 Zhongketian 1	187	183	146	172.0 ± 22.6abcde					

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。
Note: Different lowercase letters in the same column show significant difference($P<0.05$).

2.4 不同鲜食玉米品种受玉米螟危害百株受害率变化规律

由图 2 可知,不同品种鲜食玉米百株受害率的动态变化规律基本一致,即均在收获时百株受害率达到最高峰。在玉米苗期(6 月 22 日之前),玉米百株受害率增长很快,但总体处于较低的发生水平,百株受害率最高的玉米品种是夏王超甜,为 25%;在玉米穗期(6 月 22 日—7 月 19 日),大部分品种百株受害率缓慢增长,瑞甜 1 号和云糯 4 号品种在此期间百株受害率增长迅速,百株受害率最高的品种是瑞甜 1 号,达到 50%;在玉米花粒期(7 月 19 日之后),大部分品种的百株受害率大幅增长,期间百株受害率最高的品种是瑞甜 3 号,达到了 72%。

2.5 采用花叶指数测定玉米苗期抗螟性的可行性分析及鉴定标准

不同鲜食玉米苗期花叶指数及平均食叶级别见表 4,花叶指数和平均食叶级别最低的品种均为甜嘉糯 1 号,分别为 1.3%、1.2;花叶指数和平均食叶级别最高的品种均为夏王超甜,分别为 11.3%、7.3。花叶指数与平均食叶级别相关性分析结果表明,二者的相关性达到极显著水平($P<0.01$), $r=0.94$ (图 3)。

根据不同品种花叶指数与其由平均食叶级别得到的抗螟性相对应,可以得知:花叶指数 ≤ 6.0 ,抗性为高抗;花叶指数介于 6.1~9.0,抗性为抗;花叶指数介于 9.1~11.0,抗性为中抗;花叶指数 ≥ 11.1 ,抗性为感。

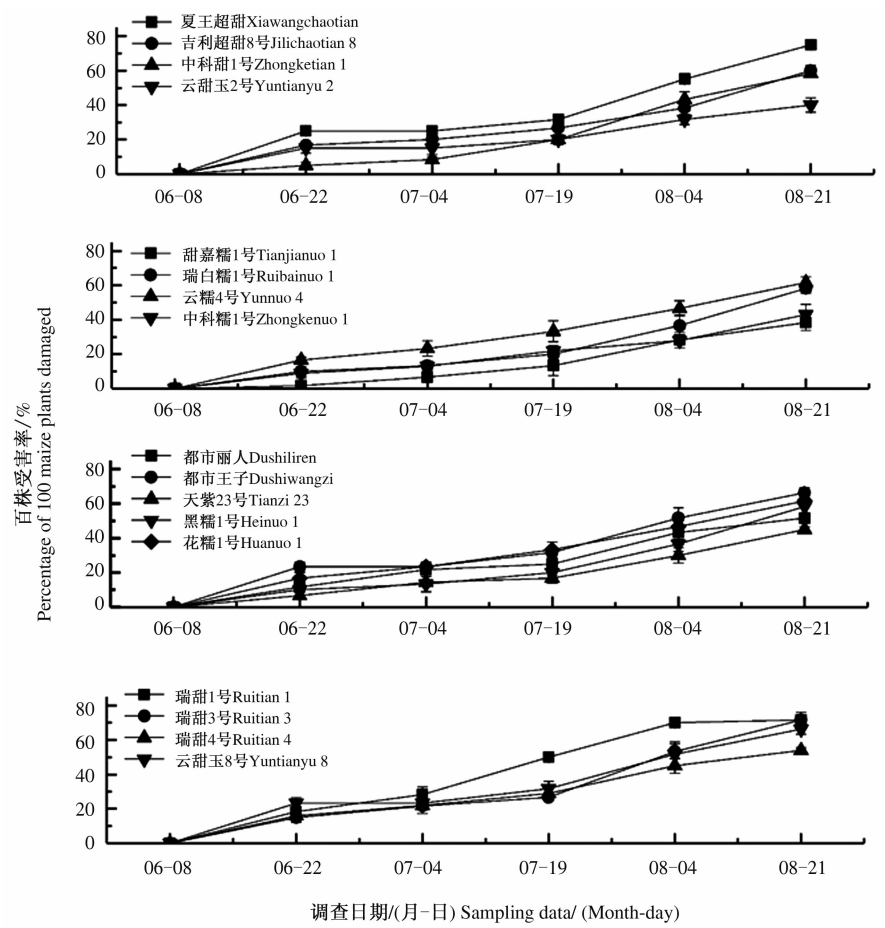


图 2 不同鲜食玉米品种百株受害率动态

Fig. 2 Dynamic changes of damaged ratio per 100 plants of different fresh-eating corn varieties

表 4 不同鲜食玉米品种的花叶指数及苗期平均食叶级别

Tab. 4 Mosaic index and average leaf-eating grade of different fresh-eating corn varieties at seedling stage

玉米品种 Corn variety	花叶指数/% Mosaic index	平均食叶级别 Average leaf eating level	抗性评价 Resistance evaluation	玉米品种 Corn variety	花叶指数/% Mosaic index	平均食叶级别 Average leaf eating level	抗性评价 Resistance evaluation
甜嘉糯 1 号 Tianjianuo 1	1.3	1.2	HR	瑞甜 1 号 Ruitian 1	8.0	3.9	R
云糯 4 号 Yunnuo 4	4.7	1.9	HR	都市王子 Dushiwangzi	8.6	4.1	R
天紫 23 号 Tianzi 23	4.3	1.9	HR	吉利超甜 8 号 Jilichaotian 8	8.3	4.2	R
黑糯 1 号 Heinuo 1	5.7	2.4	HR	瑞甜 4 号 Ruitian 4	8.6	4.3	R
花糯 1 号 Huanuo 1	6.7	3.1	R	中科糯 1 号 Zhongkenuo 1	8.3	4.5	R
都市丽人 Dushiliren	5.6	3.3	R	云甜玉 8 号 Yuntianyu 8	9.6	5.1	MR
中科甜 1 号 Zhongketian 1	7.6	3.5	R	云甜玉 2 号 Yuntianyu 2	9.3	5.5	MR
瑞甜 3 号 Ruitian 3	6.3	3.6	R	夏王超甜 Xiawangchaotiann	11.3	7.3	S
瑞白糯 1 号 Ruibainuo 1	6.3	3.7	R				

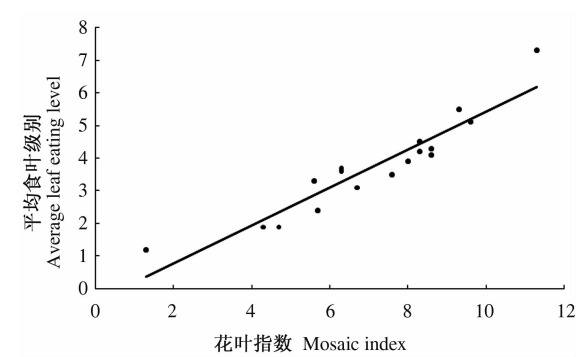


图3 鲜食玉米苗期花叶指数与平均食叶级别的相关性
Fig.3 Correlation between mosaic index and average leaf eating level of fresh-eating corn at seedling stage

3 结论与讨论

本研究结果表明,不同鲜食玉米品种之间抗螟性存在显著差异,同一品种不同生育时期抗螟性表现亦不相同。在苗期,甜嘉糯1号、云糯4号、天紫23号、黑糯1号评价为高抗品种,有较强的抗螟性,夏王超甜评价为感性品种,抗螟性较弱。穗期玉米抗螟性与平均蛀孔数有很强的相关性,甜嘉糯1号、天紫23、瑞甜3号评价为高抗,其平均蛀孔数是最少的,分别为0.5、0.3、0.6孔/株,属于感性的品种有2个,分别为瑞甜1号、云甜玉8号。在花期期,百株蛀孔数最少的品种是云糯4号、瑞白糯1号,分别为79.0、88.7个,百株蛀孔数最多品种的是夏王超甜,为243.3个。判断玉米品种的抗螟性,不仅要看其苗期抗螟性,还要看其穗期抗螟性^[27]。甜嘉糯1号和天紫23号在苗期和穗期都被评价为高抗品种,有较强的抗螟性,在农业生产中应优先选用这些品种。云糯4号和黑糯1号在苗期具有较高的抗螟性,但在穗期抗螟性却变得较弱,因此,需要加强这2个品种在穗期的螟害防治。将苗期花叶指数和平均食叶级别进行相关性检验,发现二者相关性极显著,玉米苗期花叶指数可以作为玉米苗期抗螟性鉴定的参考指标,根据花叶指数与平均食叶级别的对应关系可知,可将花叶指数作为鉴定玉米苗期抗螟性指标。

害虫生态控制的核心是实现对害虫发生自然环境的合理利用和调控,充分发挥自然因子的生态控制作用。在农田生态系统害虫的自然控制中,天敌与作物抗性是最重要的生态因子^[31]。因此,充分利用鲜食玉米丰富的抗虫品种资源,加强鲜食玉米抗虫品种的选育和推广种植,是实现鲜食玉米害虫科学有效综合治理的重要基础和最经济有效的措施。禹田等^[25]在云南昭通地区调查发现,亚洲玉米螟主

要在喇叭口期以及籽粒建成期到完熟期发生,种群数量始终较低,玉米受害率显著低于本研究中试验所在地玉米受害率,这可能是因为该地夏季普洱地区温度较高,雨水较多所致,高湿有利于成虫的正常交配和产卵^[32]。本研究中不同鲜食玉米品种玉米螟抗性级别大多数为中抗及以上,说明该地种植的大部分鲜食玉米品种对螟虫均具有较好的抗性。武德功等^[33]在玉米抗性鉴定中发现,对玉米螟抗性级别为高抗、抗和中抗的自交系有322个,占有自交系的58.6%,均低于本研究结果,这可能是由于鲜食玉米本身与普通玉米体内所含物质的差异造成的。

本研究田间种植的鲜食玉米是在自然感螟状态下进行,与传统室内接虫试验相比,可以体现出自然状态下鲜食玉米不同品种的抗螟性,但同时也更容易受到自然环境的影响。传统接虫试验测试抗螟性一般需要记录其蛀孔数量和隧道长度,但在自然田间种植状态下,记录其隧道长度是不现实的,所以本研究采用了李桂玲等^[34]提出的由于叶片虫孔级别与茎秆隧道长度以及叶片虫孔级别与茎秆虫孔数之间并无线性相关、茎秆隧道长度和茎秆虫孔数之间有极显著相关关系的结论,直接对茎秆虫孔数进行调查。利用成株期田间抗虫性鉴定可以将茎秆虫孔数作为抗性鉴定指标^[34]的结论,并结合高云霞等^[30]提出的穗期抗螟性鉴定标准鉴定鲜食玉米的抗螟性。

田间玉米抗螟性鉴定研究易受环境、气候、统计方法等因素的影响。因此,需要对本研究中抗螟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,检测抗螟性基因,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):8-9,12.
[2] 乔江方,李萍,张美微,等. 花期高温对不同夏玉米品种产量及品质的影响[J]. 河南农业科学,2019,48(7):11-18.
[3] 罗方,杨恒山,张玉芹,等. 春玉米干物质积累及转运对种植模式和种植密度的响应[J]. 华北农学报,2019,34(2):124-131.
[4] 施艳,燕照玲,王珂,等. 河南省夏玉米品种对6种主要病害的抗性评价[J]. 河南农业科学,2019,48(6):95-98,105.
[5] 苏天增,侯乐新,张玉强,等. 青贮玉米高产群体生理

- 特性及其对密度的响应[J]. 华北农学报, 2019, 34(2): 132-137.
- [6] 尤诗婷, 邓策, 李会敏, 等. 玉米株高和穗位高的 QTL 定位[J]. 河南农业科学, 2019, 48(6): 20-25.
- [7] 赵奇, 郭运宏, 齐红志, 等. 油用牡丹皮提取液对鲜食玉米的保鲜效果[J]. 河南农业科学, 2018, 47(12): 137-142.
- [8] 冉斌, 张爱华, 张钦, 等. 新型腐植酸尿素对玉米产量、养分积累及利用的影响[J]. 河南农业科学, 2018, 47(12): 28-33.
- [9] 齐建双, 郭书磊, 谷利敏, 等. 密度对不同玉米自交系生物学性状的影响及其耐密性分析[J]. 河南农业科学, 2018, 47(7): 43-47.
- [10] 赵久然, 卢柏山, 史亚兴, 等. 我国糯玉米育种及产业发展动态[J]. 玉米科学, 2016, 24(4): 67-71.
- [11] 周国富, 龙凤, 王国忠, 等. 贵州甜玉米生产现状、存在问题及发展对策[J]. 农技服务, 2012, 29(12): 1341-1343.
- [12] 王克勤, 刘兴龙, 邵天玉. 中国东北地区亚洲玉米螟遗传多样性及寄主专化性分析[J]. 昆虫学报, 2018, 61(9): 1054-1066.
- [13] 张静. 玉米品种抗虫性鉴定与主要玉米穗虫幼虫的种群动态[D]. 泰安: 山东农业大学, 2016.
- [14] 杨晓东. 玉米螟的发生、危害与防控[J]. 农业科技与装备, 2015(11): 17-18, 21.
- [15] 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, 15(5): 34-37.
- [16] 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.
- [17] 朱秋云, 丛斌, 赵江雷, 等. 不同玉米品种的抗螟性评价[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(2): 624-625.
- [18] 刘铁军. 不同玉米品种抗螟性比较的初步试验[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(22): 82, 97.
- [19] HE K L, WANG Z Y, ZHOU D R, *et al.* Evaluation of trans-genic *Bt* corn for resistance to the Asian corn borer (Lepidoptera: Pyralidae)[J]. Journal of Economic Entomology, 2003, 96: 935-940.
- [20] 王桂跃, 吕仲贤, 陈建明, 等. 玉米螟在不同类型玉米上的为害及其去雄与防治效果的研究[J]. 玉米科学, 2000, 8(2): 92-94.
- [21] WILLIANMS W P, SAGERS J B, HANTEN J A, *et al.* Transgenic corn evaluated for resistance to fall armyworm and southwestern corn borer[J]. Crop Science, 1997, 37(3): 957-962.
- [22] PRZYSTALSKI M, LENARTOWICZ T, HAVEY M. Comparing the resistance of mid-maturing maize varieties to European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) : Results from the Polish VCU registration field trials [J]. Plant Breeding, 2017, 136(4): 498-508.
- [23] 郝小琴. 鲜食甜糯玉米主要营养品质及其遗传规律研究[D]. 南宁: 广西大学, 2006.
- [24] 李少昆, 刘永红, 李晓, 等. 西南玉米田间种植手册[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011: 1-3.
- [25] 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态[J]. 中国植保导刊, 2018, 38(9): 31-37.
- [26] 莫俊杰, 丘君素, 梁钾贤, 等. 6 种不同甘蔗材料的抗螟性比较[J]. 中国农学通报, 2018, 34(1): 46-50.
- [27] 黄凯, 缪勇, 邵正飞. 不同玉米品种的抗螟性测定[J]. 农学学报, 2014, 4(12): 33-37.
- [28] 张晓明, 杨念婉, 万方浩. 田间不同植物上烟粉虱种群密度[J]. 生态学报, 2014, 34(16): 4652-4661.
- [29] 中华人民共和国农业部. 玉米抗病虫性鉴定技术规范第 5 部分: 玉米抗玉米螟鉴定技术规范: NT/T 1248.5—2006[S]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [30] 高云霞, 周大荣. 采用虫孔数和隧道数鉴定玉米穗期抗螟性效果好[J]. 植物保护, 1995(4): 50.
- [31] 戈峰. 害虫生态调控的原理与方法[J]. 生态学杂志, 1998(2): 38-42.
- [32] 王伟业. 亚洲玉米螟发生规律及防治技术研究[D]. 哈尔滨: 黑龙江大学, 2010.
- [33] 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.
- [34] 李桂玲, 李欢庆. 玉米抗螟性鉴定评价标准的研究[J]. 玉米科学, 2007, 15(5): 142-143, 152.