



不同芒果品种对蓟马的抗性评价

张中润¹, 高燕^{2*}, 黄建峰¹, 朱敏¹, 肖丽燕¹, 项丹丹³

(¹中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所/国家热带果树品种改良中心, 海口 571101; ²广东省农业科学院植物保护研究所/广东省植物保护新技术重点实验室, 广州 510640; ³广东省农业科学院果树研究所/广东省热带亚热带果树研究重点实验室, 广州 510640)

摘要:【目的】探明不同芒果品种对蓟马的抗性及其机理,为芒果抗性品种选育及蓟马的综合治理提供理论参考。【方法】以农业农村部儋州芒果种质圃内的40个芒果品种为材料,采用盘拍法调查不同芒果品种嫩梢上的蓟马虫口密度,以虫量比值法鉴定40个芒果品种对蓟马的抗性;观测40个芒果品种的嫩叶颜色、嫩梢密度和嫩梢生长期等性状,分析其对蓟马为害的影响。【结果】40个参试芒果品种中有高抗品种5个、抗虫品种5个、中抗品种8个、感虫品种13个和高感品种9个,各抗性品种的单梢虫量比值分别为0.04~0.10、0.13~0.17、0.22~0.36、0.52~1.47和1.79~4.20,占比分别为12.5%、12.5%、20.0%、32.5%和22.5%。不同嫩叶颜色芒果品种的平均虫口数量排序为锌黄色>铜褐色>古粉红色>黄绿色>紫红色,嫩叶为锌黄色芒果品种的虫口数量最大(10.7头/梢),显著高于其他4种颜色的芒果品种($P < 0.05$),铜褐色、古粉红色、黄绿色和紫红色的芒果品种之间虫口数量差异不显著($P > 0.05$,下同);芒果单株嫩梢密度与蓟马虫口密度呈正相关($r = 0.044$),但未达显著水平;不同嫩梢生长期芒果品种的平均虫口密度排序为初期>中期>末期,但3个不同生长时期的芒果嫩梢虫口密度差异不显著。【结论】Jan-78、缅甸3号、红晕芒、河口本地芒和肯特为高抗品种,具有较好的抗蓟马育种潜力,可为今后开展芒果抗蓟马育种提供重要材料。芒果品种的抗虫性与其嫩叶颜色密切相关,锌黄色的嫩叶是芒果蓟马趋于为害的重要因素。

关键词: 蓟马; 芒果品种; 颜色; 抗性

中图分类号: S436.679; S433.89

文献标志码: A

文章编号: 2095-1191(2020)07-1591-07

Evaluation on the resistance of different mango varieties to thrips

ZHANG Zhong-run¹, GAO Yan^{2*}, HUANG Jian-feng¹, ZHU Min¹,
XIAO Li-yan¹, XIANG Dan-dan³

(¹Tropical Crops Genetic Resources Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences/National Cultivar Improvement Center of Tropical Fruit Tree, Haikou 571101, China; ²Plant Protection Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences/Guangdong Provincial Key Laboratory of High Technology for Plant Protection, Guangzhou 510640, China; ³Institute of Fruit Tree Research, Guangdong Academy of Agricultural Sciences/Guangdong Key Laboratory of Tropical and Subtropical Fruit Tree Research, Guangzhou 510640, China)

Abstract:【Objective】To identify the resistance of different mango varieties to thrips and explore the mechanisms underlying the resistance, provide a theoretical basis for breeding resistant mango varieties and developing comprehensive prevention and control methods for thrips.【Method】Forty mango varieties in Danzhou mango germplasm repository of ministry of agriculture and rural affairs were used as tested materials in this study. The thrips density on different mango varieties new shoots were observed with plate-flapping method, and identified the resistance of 40 mango varieties to thrips with number ratio method. The young leaves color, young shoot density and young shoot grow period of the 40 mango varieties were also observed, their effects on the infestation of thrips on mango varieties were analyzed.【Result】Among the 40 mango varieties examined, no variety was immune, 5 varieties were highly resistant, 5 varieties were resistant, 8 varieties were medium resistant, 13 varieties were susceptible, and 9 varieties were highly susceptible. The thrip number ratios per shoot of different resistant levels were 0.04-0.10, 0.13-0.17, 0.22-0.36, 0.52-1.47 and 1.79-4.20, with the ratios were 12.5%, 12.5%, 20.0%, 32.5% and 22.5%, respectively. The ranking of thrips density of mango varieties in different young leaves color was zinc yellow>copper brown>antique pink>yellow green>purple red, the mango varieties with zinc yellow leaves had the highest thrips density (10.7 thrips/shoot), which was significantly higher than the

收稿日期:2020-03-22

基金项目:农业农村部农业国际交流合作项目(BARTP-01-2020);广东省热带亚热带果树研究重点实验室开放基金项目(2017B030314113)

作者简介:*为通讯作者,高燕(1977-),副研究员,主要从事农业昆虫与害虫防治研究工作,E-mail:beauty-gaoyan@163.com。
张中润(1979-),副研究员,主要从事农业昆虫与害虫防治研究工作,E-mail:zhrzhang@126.com

other four colors ($P < 0.05$). No significant difference on thrips density was found in different mango varieties with copper brown, antique pink, yellow green and purple red young leaves ($P > 0.05$, the same below). The density of young shoots per plant was positively correlated ($r = 0.044$) with thrips density but did not reach significant level. The ranking thrips density of mango varieties at different young shoot grow periods was initial stage > middle stage > terminal stage, but no significant difference on thrips density was found among different young shoot grow periods. [Conclusion] Of the 40 mango varieties tested, Jan-78, Myanmar 3, Kente, Hekoubendimang and Hongyunmang are highly resistant varieties, they have good breeding potential for thrips resistance and can provide important materials for the future mango thrips resistant breeding. The resistance of mango varieties is closely correlated with young leaves color, mango varieties with zinc yellow young leaves are more susceptible to thrips.

Key words: thrip; mango varieties; color; insect resistance

Foundation item: Agriculture International Exchange and Cooperation Project of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs (BARTP-01-2020); Project of Guangdong Key Laboratory of Tropical and Subtropical Fruit Tree Research (2017B030314113)

0 引言

【研究意义】蓟马是芒果的主要害虫,在芒果嫩梢期、花期及果期均可发生为害。芒果果实被蓟马为害后会在果皮上形成褐斑,降低芒果商品价值,同时造成芒果产量损失,受害轻的果园一般产量损失10%~25%,受害严重的果园产量损失可达42%以上(林长河,2004)。自2001年以来,由于全球气候变暖、芒果栽培面积扩大等因素有利于蓟马发育、繁殖和为害,芒果蓟马的危害越来越严重,已成为芒果生产上最主要的害虫(Aliakbarpour and Salmah, 2011b; Toda et al., 2014; 韩冬银等, 2015; 丁春霞等, 2019)。芒果蓟马的种类有10余种,其中优势种群有茶黄蓟马(*Scirtothrips dorsalis* Hood)和黄胸蓟马[*Thrips hawaiiensis* (Morgan)](陈泽坦, 2004; 黄华等, 2010; Chen et al., 2018)。当前,芒果蓟马主要以化学防治为主(付步礼等, 2016; 韩冬银等, 2017),但化学药剂的长期使用导致蓟马抗药性增强、环境污染和天敌数量减少等问题(Bielza, 2008);同时,由于蓟马体小,隐蔽性强(Morse and Hoddle, 2006; Cao et al., 2017; Gao et al., 2019; 李貌等, 2020),不易发现其为害,通常在芒果出现明显被害症状时才会被发现,极易错过化学防治的最佳时期。推广种植优良抗性芒果品种有助于减少化学药剂的使用,达到可持续防控芒果蓟马的效果(Birkett and Pickett, 2014)。因此,研究不同芒果品种对蓟马的抗虫性,有助于筛选出抗性水平较高的育种材料和培育出抗蓟马的芒果品种,为芒果蓟马的综合治理提供有力支持。【前人研究进展】寄主植物在受到蓟马攻击时,其特有的形态结构、组织结构、生长特性、特殊化学成分和挥发性气体等在预防或减轻伤害中起关键作用(钦俊德和王琛柱, 2001; Mallikarjuna et al., 2004)。寄主形态结构是影响蓟马抗性的重要因素。余德亿等(2014)发现榕管蓟马(*Gynaikothrips uzeli* Zimmermann)为害与盆栽榕树品种有关,榕树的叶片切面

结构及主要营养物质含量均可影响榕管蓟马对寄主植物的锉吸为害;白宇等(2015)评价了苜蓿品种对蓟马的抗性,发现抗性最高的品种为Brarlfa53HQ,最感虫的品种为5S43,并认为苜蓿品种的叶片大小、绒毛密度、表皮结构和叶色等农艺性状可能对其抗性有影响;李德伟等(2016)发现7个油茶品种在林间受茶黄蓟马为害程度与其叶片表面茸毛分布存在一定正相关性,叶片表面茸毛分布越多越感虫,分布越少越抗虫;孙杨等(2017)研究表明,芦笋品种的抗蓟马性与其表皮蜡质含量呈显著相关。颜色是寄主植物形态结构中影响蓟马抗性的重要因素之一。特木尔布和和斯琴(2014)发现抗蓟马紫花苜蓿受蓟马为害轻,抗虫性强,叶色为深绿色,叶形窄而厚,柔毛质硬、短粗、紧密,而草原2号苜蓿受蓟马为害较重,易感蓟马,叶色为浅绿色,叶形宽而薄,柔毛柔软细弱;曹宇等(2015)发现西花蓟马[*Frankliniella occidentalis* (Pergande)]对花卉寄主颜色的偏好性为黄色>白色>绿色>粉红色;张晓明等(2017)研究了不同花色菊花品种上西花蓟马种群密度,发现西花蓟马偏好为害与黄色花色相关的菊花品种。关于芒果品种对蓟马的抗虫性研究少有报道。丁春霞等(2019)发现黄胸蓟马、茶黄蓟马和花蓟马[*F. intonsa* (Trybom)]在凯特、金煌、四季和季芒上有显著的选择性,季芒芒果对蓟马具有一定的抗虫性,说明不同芒果品种可影响芒果蓟马发生为害,不同芒果品种可能存在抗虫性差异。组成抗性在寄主植物体内对于蓟马为害的防御发挥着至关重要的作用,不同芒果品种可能也存在可应用于蓟马防控的组成抗性。【本研究切入点】农业农村部儋州芒果种质圃内保存了丰富的芒果种质资源,是我国芒果育种的重要材料(罗睿雄等, 2013)。芒果品种资源具有不同的植物学特征、农艺性状或品质性状(高龙燕等, 2012; 石胜友等, 2014),这些特征或性状的差异均可能会对蓟马的为害造成影响,从而导致不同芒果品种对蓟马

的抗性差异。本研究拟从不同芒果嫩梢的嫩叶颜色、嫩梢密度和嫩梢生长期等几个方面探索不同芒果品种对蓟马的组成抗性。【拟解决的关键问题】选择农业农村部儋州芒果种质圃内40个芒果品种,观测不同芒果品种的蓟马虫口数量,同时观察不同芒果品种的嫩叶颜色、嫩梢密度和嫩梢生长期等性状,以探明40个芒果品种资源对蓟马的抗性,并探索其抗性机理,为后期芒果抗蓟马育种和蓟马的综合治理提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试芒果品种 以农业农村部儋州芒果种质圃(东经109°30',北纬19°31')的凯特、红金煌、R2E2、吕宋、香白花和金凤凰等40个芒果品种为供试品种。供试品种大多数为国外引进品种,其砧木均为本地土芒。供试芒果品种均种植在同一个区块,株行距3 m×5 m,栽培过程中管理水平一致,常规管理。

1.1.2 蓟马种类 芒果嫩梢期的蓟马种类以茶黄蓟马为优势种群,占比92%;其次为黄胸蓟马,占比5%;其他蓟马如红带蓟马和榕管蓟马等较少,占比3%。

1.2 试验方法

1.2.1 芒果品种对蓟马的抗性评价 试验在海南省儋州市中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所的农业农村部芒果种质圃内进行。于2019年11月下旬芒果嫩梢期进行调查,调查时均为晴天,持续3 d,于每天9:00后进行。每个芒果品种选择3株,每株随机选择5个嫩梢,以盘拍法进行蓟马数量调查。查虫时左手持保鲜盒,右手将调查嫩梢聚拢放入保鲜盒中并在盒内壁快速用力拍动,每个嫩梢重拍5次,使蓟马振落于保鲜盒内,然后仔细清点和记录保鲜盒内蓟马虫量。

采用虫量比值法对40个芒果品种的抗性进行鉴定(袁庆华和张文淑,2006;贾彦霞等,2018),抗性标准分为5个等级:蓟马量比值 ≤ 0.10 ,高抗(HR); $0.10 < \text{蓟马量比值} \leq 0.20$,抗虫(R); $0.20 < \text{蓟马量比值} \leq 0.50$,中抗(MR); $0.50 < \text{蓟马量比值} \leq 1.50$,感虫(S);蓟马量比值 > 1.50 ,高感(HS)。

$$\text{嫩梢被害率(\%)} = \frac{\text{被害嫩梢数量}}{\text{调查总嫩梢数量}} \times 100$$

$$\text{蓟马量比值} = \frac{\text{各芒果品种平均单梢蓟马量}}{\text{全部参试芒果品种的平均单梢蓟马量}}$$

1.2.2 不同芒果品种农艺性状及与蓟马发生程度的关系 在农业农村部儋州芒果种质圃观测不同芒

果品种嫩梢的农艺学性状,主要包括颜色、嫩梢密度和嫩梢生长期,并分析这些性状对蓟马发生为害的影响。

嫩叶颜色:目测不同芒果品种嫩叶正面的颜色,用RAL色卡按最大相似原则确定嫩叶颜色类别,然后比较不同颜色类别的蓟马发生程度的差异。嫩梢密度:计数每株观测芒果的嫩梢数量,继而分析芒果嫩梢密度与蓟马发生程度的相关性。嫩梢生长期:目测不同芒果品种的嫩叶生长情况,分为初期、中期和末期3个不同生长期。初期嫩叶:嫩梢外部嫩叶成簇且未展开;中期嫩叶:嫩梢外部嫩叶展开但未发育完全;末期嫩叶:嫩梢外部嫩叶完全展开且初步发育完全。

1.3 统计分析

采用Excel 2016对试验数据进行统计,运用SPSS 21.0进行单因素方差分析,应用最小显著差数法(LSD)进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同芒果品种对蓟马的抗性测定结果

田间调查结果(表1)表明,供试40个芒果品种均受到蓟马的为害,不同芒果品种的蓟马虫口密度差异显著($F=12.484, P<0.0001$)。由表1可知,不同芒果品种的虫口密度为0.2~19.4头/梢,平均4.6头/梢。其中,c芒、凯特、21芒和红金煌等4个芒果品种的虫口密度最高(14.3~19.4头/梢),23芒、瓦城、R2E2、太太芒和JNY等5个芒果品种的虫口密度也相对较高(8.3~12.9头/梢),阿方索实生2、20芒、a芒和紫花等12个芒果品种的虫口密度在中等水平(2.8~6.8头/梢),芒1、秋芒、香白花和红象牙等9个芒果品种虫口密度相对较低(1.0~2.4头/梢),Jan-78、缅甸3号、红晕芒和河口本地芒等10个芒果品种虫口密度最低,均低于1.0头/梢(0.2~0.8头/梢)。

在40个芒果品种中,有15个芒果品种的嫩梢被害率达100.0%,皆为高感或感虫品种,其他品种的嫩梢被害率在20.0%~93.3%。田间抗性鉴定结果表明,在供试的40个芒果品种中,有高抗品种5个,分别为Jan-78、缅甸3号、红晕芒、河口本地芒和肯特,单梢虫量比值为0.04~0.10,占12.5%;抗虫品种5个,分别为金凤凰、球芒、爱文、三亚土芒和生食芒,单梢虫量比值为0.13~0.17,占12.5%;中抗品种8个,分别为阿方索实生1、扁桃芒、红光6号、d芒、东坡香芒、红象牙、香白花和秋芒,单梢虫量比值为0.22~0.36,占20.0%;感虫品种13个,分别为芒1、印P、田阳香芒、红桃芒、印K、大红缅甸、广西土芒、芒5、吕宋、紫花、

a芒、20芒和阿方索实生2,单梢虫量比值为0.52~1.47,占32.5%;高感品种9个,分别为JNY、太太芒、R2E2、瓦城、23芒、红金煌、21芒、凯特和c芒,单梢虫量比值为1.79~4.20,占22.5%。

2.2 不同芒果品种嫩叶颜色与蓟马为害程度间的关系

对供试40个芒果品种的嫩叶颜色进行观察,结果(表2)发现不同嫩叶颜色芒果品种的蓟马虫口数量差异显著($F=5.031, P<0.003$)。不同嫩叶颜色芒果品种的平均虫口数量排序为锌黄色>铜褐色>古粉红色>黄绿色>紫红色。嫩叶为锌黄色芒果品种的平均

均蓟马数量最多,为10.7头/梢,显著高于其他4种颜色的芒果品种($P<0.05$),铜褐色、古粉红色、黄绿色和紫红色的芒果品种之间虫口数量差异不显著($P>0.05$,下同)。

2.3 不同芒果品种嫩梢密度与蓟马为害程度间的关系

供试40个芒果品种的嫩梢密度见表3。对不同单株嫩梢密度与蓟马虫量的相关性进行分析,结果显示,芒果单株嫩梢密度与蓟马虫口密度呈正相关($r=0.044$),但其相关系数均未达显著水平($P=0.787$),表明芒果单株嫩梢密度对芒果品种的抗虫性影响较小。

表 1 不同芒果品种对蓟马的抗虫性评价结果

Table 1 Evaluation for resistance of different mango varieties to thrips

品种 Variety	蓟马数量(头/梢) Thrip number (thrip per shoot)	嫩梢被害率(%) Shoot damage rate	虫量比值 Thrip number ratio	抗性 Resistance
凯特 Kaite	16.1±4.2ab	100.0	3.48	HS
红金煌 Hongjinhuang	14.3±3.6bc	100.0	3.09	HS
JNY	8.3±1.8defgh	100.0	1.79	HS
东坡香芒 Dongpoxiangmang	1.3±0.6klm	60.0±11.5	0.29	MR
吕宋 Lüsong	4.3±1.7hijkl	93.3±6.7	0.94	S
红桃芒 Hongtaomang	3.3±1.2ijklm	80.0±11.5	0.72	S
香白花 Xiangbaihua	1.6±0.6klm	60.0±11.5	0.35	MR
生食芒 Shengshimang	0.8±0.3lm	60.0±20.0	0.17	R
红象牙 Hongxiangya	1.5±0.9klm	53.3±13.3	0.32	MR
太太芒 Taitaimang	8.5±0.8defg	100.0	1.85	HS
a芒 a mang	5.7±1.7fghij	100.0	1.24	S
c芒 c mang	19.4±4.6a	100.0	4.20	HS
d芒 d mang	1.3±0.5klm	66.7±13.3	0.27	MR
R2E2	9.4±2.1cdef	100.0	2.04	HS
23芒 23 mang	12.9±3.7bcd	100.0	2.79	HS
21芒 21 mang	15.3±5.4b	100.0	3.32	HS
20芒 20 mang	6.1±1.5fghij	100.0	1.33	S
芒1 Mang 1	2.4±1.1jklm	80.0±0.0	0.52	S
芒5 Mang 5	3.9±1.0ijklm	100.0	0.85	S
瓦城 Wacheng	10.8±3.3cde	93.3±6.7	2.34	HS
广西土芒 Guangxitumang	3.7±1.3ijklm	80.0±11.5	0.79	S
三亚土芒 Sanyatumang	0.7±0.4lm	53.3±6.7	0.16	R
紫花 Zihua	5.0±1.0ghijk	100.0	1.08	S
印P Yin P	2.8±0.9ijklm	86.7±13.3	0.61	S
印K Yin K	3.4±1.2ijklm	100.0	0.74	S
爱文 Aiwen	0.6±0.3lm	46.7±17.6	0.13	R
扁桃芒 Biantaomang	1.1±0.5klm	60.0±0.0	0.23	MR
阿方索实生2 Afangsuoshisheng 2	6.8±1.3efghi	100.0	1.47	S
阿方索实生1 Afangsuoshisheng 1	1.0±0.4klm	66.7±13.3	0.22	MR
河口本地芒 Hekoubendimang	0.4±0.3lm	26.7±13.3	0.09	HR
红光6号 Hongguang 6	1.1±0.5klm	66.7±13.3	0.25	MR
肯特 Kente	0.5±0.3lm	33.3±13.3	0.10	HR
秋芒 Qiumang	1.7±0.7klm	66.7±6.7	0.36	MR
球芒 Qiumang	0.6±0.4lm	33.3±13.3	0.13	R
红晕芒 Hongyunmang	0.4±0.3lm	26.7±17.6	0.09	HR
金凤凰 Jinfenghuang	0.6±0.3lm	40.0±11.5	0.13	R
田阳香芒 Tianyangxiangmang	3.2±0.9ijklm	86.7±13.3	0.69	S
大红緬 Dahongmian	3.5±1.1ijklm	100.0	0.75	S
Jan-78	0.2±0.2m	20.0±0.0	0.04	HR
缅甸3号 Miandian 3	0.3±0.1m	26.7±17.6	0.06	HR

同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。表2和表4同

Different lowercase letters in the same column represented significant difference($P<0.05$). The same was applied in Table 2 and Table 4

表 2 不同嫩叶颜色芒果品种对蓟马为害的影响

Table 2 Effects of different mango varieties with different young leaf colors on the infestation of thrips

嫩叶颜色 Young leaf color	品种 Variety	蓟马数量(头/梢) Thrip number(thrip per shoot)
锌黄色 Zinc yellow	凯特、红金煌、JNY、香白花、c芒、R2E2、20芒	10.7±2.3a
古粉红色 Antique pink	东坡香芒、红象牙、a芒、d芒、23芒、印K、阿方索实生2、阿方索实生1、肯特、金凤凰	3.5±1.3b
铜褐色 Copper brown	吕宋、生食芒、太太芒、21芒、瓦城、广西土芒、印P、爱文、红光6号、球芒	4.9±1.6b
紫红色 Purple red	红桃芒、三亚土芒、紫花、扁桃芒、河口本地芒、秋芒、红晕芒、田阳香芒、大红緬、Jan-78	1.9±0.5b
黄绿色 Yellow green	芒1、芒5、緬甸3号	2.2±1.1b

表 3 40个芒果品种的嫩梢密度

Table 3 Shoot density of 40 mango varieties

品种 Variety	嫩梢数量(梢/株) Shoot number(shoot per tree)	品种 Variety	嫩梢数量(梢/株) Shoot number(shoot per tree)
凯特 Kaite	18.3±2.0	广西土芒 Guangxitumang	13.7±2.0
红金煌 Hongjinhuang	11.3±1.9	三亚土芒 Sanyatumang	16.7±2.3
JNY	14.7±0.9	紫花 Zihua	12.3±1.8
东坡香芒 Dongpoxiangmang	13.3±1.9	印P Yin P	12.7±1.2
吕宋 Lüsung	13.0±1.2	印K Yin K	21.3±1.2
红桃芒 Hongtaomang	15.0±1.5	爱文 Aiwēn	18.3±0.9
香白花 Xiangbaihua	15.7±2.3	扁桃芒 Biantaomang	9.7±1.5
生食芒 Shengshimang	41.7±3.2	阿方索实生2 Afangsuoshisheng 2	18.7±0.9
红象牙 Hongxiangya	41.7±2.0	阿方索实生1 Afangsuoshisheng 1	15.0±1.5
太太芒 Taitaimang	24.0±2.3	河口本地芒 Hekoubendimang	13.0±1.5
a芒 a mang	42.3±2.7	红光6号 Hongguang 6	14.7±2.3
c芒 c mang	31.3±2.0	肯特 Kente	13.7±1.5
d芒 d mang	34.0±2.6	秋芒 Qiumang	13.3±2.6
R2E2	29.0±2.1	球芒 Qiumang	19.3±1.5
23芒 23 mang	25.0±1.7	红晕芒 Hongyunmang	21.3±1.8
21芒 21 mang	10.3±1.5	金凤凰 Jinfenghuang	12.0±1.7
20芒 20 mang	14.7±1.5	田阳香芒 Tianyangxiangmang	25.0±1.2
芒1 Mang 1	12.0±1.5	大红緬 Dahongmian	15.3±2.4
芒5 Mang 5	18.3±1.2	Jan-78	12.0±1.5
瓦城 Wacheng	18.7±0.9	緬甸3号 Miandian 3	37.7±1.8

2.4 不同芒果品种嫩梢生长期与蓟马为害程度间的关系

供试40个芒果品种嫩梢生长期的蓟马为害情况见表4。不同嫩梢生长期芒果品种的平均虫口密度排序为初期>中期>末期,初期的芒果嫩梢平均虫口密度最大(6.1头/梢),其次为中期(4.7头/梢),末期的芒果嫩梢虫口密度最小(2.8头/梢),但3个不同生长时期的芒果嫩梢虫口密度差异不显著。

3 讨论

本研究以蓟马量比值为参考指标,对嫩梢期40个芒果品种对蓟马的抗性进行鉴定,结果表明,Jan-78、緬甸3号、红晕芒、河口本地芒和肯特为高抗

品种,金凤凰、球芒、爱文、三亚土芒和生食芒为抗虫品种,阿方索实生1、扁桃芒、红光6号、d芒、东坡香芒、红象牙、香白花和秋芒为中抗品种,芒1、印P、田阳香芒、红桃芒、印K、大红緬、广西土芒、芒5、吕宋、紫花、a芒、20芒和阿方索实生2为感虫品种,JNY、太太芒、R2E2、瓦城、23芒、红金煌、21芒、凯特和c芒为高感品种。本研究结果对抗蓟马芒果品种选育具有一定的参考作用。

趋色性是蓟马类害虫的重要习性,基于此特征的蓟马综合治理实践已有大量应用(陈俊谕等,2017;夏西亚等,2017;夏红军等,2019)。在芒果园中,蓟马对不同嫩叶颜色的芒果品种也会有不同的趋性,并导致蓟马为害差异。本研究调查结果表明,

表 4 不同嫩梢生长期的芒果品种蓟马虫口密度

Table 4 Thrip density of 40 mango varieties at different shoot growth periods

生长期 Grow period	品种 Variety	蓟马数量(梢/株) Thrip number (thrip per shoot)
初期 Primary stage	c芒、凯特、红金煌、R2E2、JNY、20芒、吕宋、印P、秋芒、香白花、阿方索实生1、肯特、河口本地芒、緬甸3号	6.1±1.7
中期 Medium stage	21芒、瓦城、太太芒、阿方索实生2、a芒、紫花、芒5、广西土芒、d芒、红光6号、扁桃芒、生食芒、三亚土芒、球芒	4.7±1.2
末期 Final stage	23芒、大红緬、印K、红桃芒、田阳香芒、芒1、红象牙、东坡香芒、爱文、金凤凰、红晕芒、Jan-78	2.8±1.0

蓟马虫口数量在锌黄色与非锌黄色嫩叶不同芒果品种间差异显著,表明蓟马对芒果品种的选择与芒果嫩叶颜色有直接关系,非锌黄色嫩叶的芒果品种抗虫性较强。在本研究中,芒果嫩梢期的蓟马种类以茶黄蓟马为主,也有少量黄胸蓟马,说明这2种蓟马对锌黄色的芒果嫩叶均有较强的趋性。林金丽等(2009)研究色彩对茶园昆虫引诱力时发现素馨黄对茶黄蓟马诱集效果最佳。Aliakbarpour和Salmah(2011a)也发现黄胸蓟马和茶黄蓟马对黄色粘板均有较强的趋性。夏红军等(2019)研究发现蓝色诱虫板在以黄胸蓟马、花蓟马和茶黄蓟马为主的芒果园中诱集到的蓟马数量最多(154.6头/板),其次是黄色诱虫板(85.0头/板)。前人研究报道多是茶黄蓟马和黄胸蓟马等对黄色或近似黄色的色板有较强的趋性,本研究结果与之相似。因此,在田间防控芒果蓟马时,应着重注意在芒果嫩叶呈现黄色或近似黄色的时期对蓟马采取防控措施,避免蓟马特别是茶黄蓟马和黄胸蓟马等暴发为害。

本研究虽然发现单株芒果嫩梢密度与蓟马虫口数量呈正相关,表明芒果单株高密度的嫩梢有助于蓟马为害,但其影响不显著。不同嫩梢生长期也未发现对蓟马虫口数量有显著影响,说明随着芒果嫩叶的生长并趋于成熟,嫩叶的大小形态结构对蓟马为害的影响不大,但嫩叶中的化学物质如可溶性蛋白质、叶绿素、类胡萝卜素和纤维素等对蓟马为害的影响还有待进一步探究。

4 结论

Jan-78、缅甸3号、红晕芒、河口本地芒和肯特为高抗品种,具有较好的抗蓟马育种潜力,可为今后开展芒果抗蓟马育种提供重要材料。JNY、太太芒、R2E2、瓦城、23芒、红金煌、21芒、凯特和c芒为高感品种,在芒果生产中应注意对蓟马类害虫的防控。芒果品种的抗虫性与其嫩叶颜色密切相关,锌黄色的嫩叶是芒果蓟马趋于为害的重要因素。

参考文献:

白宇,高兴珂,王业臣,陈中超,孙娟,万方浩,袁忠林. 2015. 33个苜蓿品种对蓟马的田间抗性比较[J]. 草业学报,24(3):187-194. [Bai Y, Gao X K, Wang Y C, Chen Z C, Sun J, Wan F H, Yuan Z L. 2015. Field comparison of the resistance of 33 alfalfa varieties to thrips[J]. Acta Prataculturae Sinica,24(3):187-194.]

曹宇,刘燕,王春,熊正利,李灿. 2015. 西花蓟马对花卉寄主颜色和挥发物的选择性[J]. 应用昆虫学报,52(2):446-453. [Cao Y, Liu Y, Wang C, Xiong Z L, Li C. 2015. The selectivity of *Frankliniella occidentalis* for the color and volatiles of four host plants[J]. Chinese Journal of

Applied Entomology,52(2):446-453.]

陈俊谕,牛黎明,李磊,韩冬银,张方平,符悦冠. 2017. 不同颜色粘虫板对花蓟马的田间诱集效果[J]. 环境昆虫学报,39(5):1169-1176. [Chen J Y, Niu L M, Li L, Han D Y, Zhang F P, Fu Y G. 2017. Field trapping effect of different colors sticky cards to *Frankliniella intonsa*[J]. Journal of Environmental Entomology,39(5):1169-1176.]

陈泽坦. 2004. 我国芒果树蓟马种类记述[J]. 植物保护,30(4):88-89. [Chen Z T. 2004. Species of mango thrips in China[J]. Plant Protection,30(4):88-89.]

丁春霞,史梦竹,李建宇,杨红利,郑丽祯,傅建伟,尤民生. 2019. 蓟马类害虫在不同品种芒果上的种群动态及寄主选择性[J]. 福建农业学报,34(8):947-951. [Ding C X, Shi M Z, Li J Y, Yang H L, Zheng L Z, Fu J W, You M S. 2019. Population dynamics of thrips infesting variety of mango cultivars[J]. Fujian Journal of Agricultural Sciences,34(8):947-951.]

付步礼,唐良德,邱海燕,刘俊峰,张瑞敏,曾东强,谢艺贤,刘奎. 2016. 黄胸蓟马高效低毒防治新型药剂的筛选[J]. 果树学报,33(4):473-481. [Fu B L, Tang L D, Qiu H Y, Liu J F, Zhang R M, Zeng D Q, Xie Y X, Liu K. 2016. Screening of high effect and low toxicity insecticides for controlling *Thrips hawaiiensis* Morgan[J]. Journal of Fruit Science,33(4):473-481.]

高龙燕,罗轩,范飞,高爱平,李绍鹏,李新国. 2012. 不同芒果品种嫩叶叶色的聚类分析[J]. 中国南方果树,41(5):57-59. [Gao L Y, Luo X, Fan F, Gao A P, Li S P, Li X G. 2012. Cluster analysis of young leaves color of different mango varieties[J]. South China Fruits,41(5):57-59.]

韩冬银,李磊,陈俊谕,邢楚明,张方平,牛黎明,符悦冠. 2017. 9种杀虫剂对芒果蓟马的毒力测定及田间防效[J]. 中国农学通报,33(16):141-145. [Han D Y, Li L, Chen J Y, Xing C M, Zhang F P, Niu L M, Fu Y G. 2017. Toxicity and control effect of nine insecticides on thrip compound of mango[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin,33(16):141-145.]

韩冬银,邢楚明,李磊,张方平,牛黎明,陈俊谕,符悦冠. 2015. 海南芒果蓟马种群的活动及消长规律[J]. 热带作物学报,36(7):1297-1301. [Han D Y, Xing C M, Li L, Zhang F P, Niu L M, Chen J Y, Fu Y G. 2015. Population activities and occurrence dynamics of thrips in mango orchard[J]. Chinese Journal of Tropical Crops,36(7):1297-1301.]

黄华,牛黎明,韩冬银,张方平,符悦冠. 2010. 海南岛芒果蓟马种类调查研究[J]. 生态科学,29(4):385-389. [Huang H, Niu L M, Han D Y, Zhang F P, Fu Y G. 2010. Investigations on mango thrips in Hainan Island[J]. Ecological Science,29(4):385-389.]

贾彦霞,庞洪翠,姜灵,王新谱. 2018. 辣椒叶片中单宁和总酚含量与其对西花蓟马抗性的关系[J]. 植物保护学报,45(5):1183-1184. [Jia Y X, Pang H C, Jiang L, Wang X P. 2018. Relationships between the tannin and total phenolic contents in leaves of different pepper varieties and the resistance to *Frankliniella occidentalis*(Thysanoptera:Thripidae)[J]. Journal of Plant Protection,45(5):1183-1184.]

李德伟,邓艳,蒋学建,常明山,罗辑. 2016. 油茶不同品种(系)对茶黄蓟马的抗性研究[J]. 林业科学研究,29(4):620-622. [Li D W, Deng Y, Jiang X J, Chang M S, Luo J. 2016. Study on the resistance of different oil-tea varieties to *Scirtothrips dorsalis*[J]. Forest Research,29(4):620-622.]

- 李貌,胡昌雄,吴道慧,陈国华,陈志星,殷红慧,徐天养,张晓明. 2020. 非施药植物上蓟马种群动态及优势种的生态位分析[J]. 河南农业大学学报,54(3):430-438. [Li M, Hu C X, Wu D H, Chen G H, Chen Z X, Yin H H, Xu T Y, Zhang X M. 2020. Population dynamics and niche analysis of dominant species of thrips in non-medicated plants[J]. Journal of Henan Agricultural University,54(3):430-438.]
- 林金丽,韩宝瑜,周孝贵,陈学好. 2009. 色彩对茶园昆虫的引诱力[J]. 生态学报,29(8):4303-4316. [Lin J L, Han B Y, Zhou X G, Chen X H. 2009. Comparison of trapping efficacy of various colours for insects in tea gardens[J]. Acta Ecologica Sinica,29(8):4303-4316.]
- 林长河. 2004. 三亚芒果蓟马的为害特点及防治策略[J]. 中国南方果树,33(1):26-28. [Lin C H. 2004. Damage characteristics and control strategy of mango thrips in Sanya[J]. South China Fruits,33(1):26-28.]
- 罗睿雄,黄建峰,高爱平. 2013. 我国芒果种质资源研究进展[J]. 中国热带农业,50(1):10-13. [Luo R X, Huang J F, Gao A P. 2013. Research progress on mango germplasm resource in China[J]. China Tropical Agriculture,50(1):10-13.]
- 钦俊德,王琛柱. 2001. 论昆虫与植物的相互作用和进化的关系[J]. 昆虫学报,44(3):360-365. [Qin J D, Wang C Z. 2001. The relation of interaction between insects and plants to evolution[J]. Acta Entomologica Sinica,44(3):360-365.]
- 石胜友,马小卫,许文天,周毅刚,武红霞,姚全胜,罗纯,王松标. 2014. 不同芒果种质果实品质性状多样性分析[J]. 热带作物学报,35(11):2168-2172. [Shi S Y, Ma X W, Xu W T, Zhou Y G, Wu H X, Yao Q S, Luo C, Wang S B. 2014. Fruit quality characters of various mango germplasm[J]. Chinese Journal of Tropical Crops,35(11):2168-2172.]
- 孙杨,秦文婧,黄水金,秦厚国. 2017. 不同芦笋品种对蓟马抗性机制研究[J]. 江西农业学报,29(9):75-79. [Sun Y, Qin W J, Huang S J, Qin H G. 2017. Study on mechanism of resistance of various *Asparagus officinalis* cultivars to *Thrips tabaci*[J]. Acta Agriculturae Jiangxi,29(9):75-79.]
- 特木尔布和,斯琴. 2014. 抗蓟马紫花苜蓿形态特征及其抗性研究[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版),35(5):51-58. [Temuerbuhe, Si Q. 2014. Anti-thrips alfalfa from features and anti-insect sex research[J]. Journal of Inner Mongolia Agricultural University(Natural Science Edition),35(5):51-58.]
- 夏红军,李建宇,史梦竹,王秋月,郑丽祯,傅建炜,尤民生. 2019. 不同颜色诱虫板对芒果园蓟马的田间诱集效果[J]. 福建农业学报,34(7):818-823. [Xia H J, Li J Y, Shi M Z, Wang Q Y, Zheng L Z, Fu J W, You M S. 2019. Field trapping effect of different colors sticky cards to thrips in mango orchard[J]. Fujian Journal of Agricultural Sciences,34(7):818-823.]
- 夏西亚,付步礼,邱海燕,唐良德,李强,刘奎. 2017. 黄胸蓟马对颜色的趋性反应[J]. 应用昆虫学报,54(2):230-236. [Xia X Y, Fu B L, Qiu H Y, Tang L D, Li Q, Liu K. 2017. Preference of *Thrips hawaiiensis* for different colors[J]. Chinese Journal of Applied Entomology,54(2):230-236.]
- 余德亿,姚锦爱,黄鹏,胡进锋,蓝炎阳. 2014. 榕管蓟马危害与寄主叶片结构及营养物质的关系[J]. 南京农业大学学报,37(2):38-44. [Yu D Y, Yao J A, Huang P, Hu J F, Lan Y Y. 2014. The injury of *Gynaikothrips uzeli* Zimmermann to potted ficus and its correlation with the host leaves structure and nutrient contents[J]. Journal of Nanjing Agricultural University,37(2):38-44.]
- 袁庆华,张文淑. 2006. 苜蓿种质材料对蓟马抗性的研究[J]. 植物保护,32(1):85-87. [Yuan Q H, Zhang W S. 2006. Research on the resistance of alfalfa germplasm to thrips[J]. Plant Protection,32(1):85-87.]
- 张晓明,姚茹瑜,张宏瑞,桂富荣,李正跃. 2017. 不同花色菊花品种上西花蓟马种群密度及雌雄性比[J]. 植物保护学报,44(5):737-745. [Zhang X M, Yao R Y, Zhang H R, Gui F R, Li Z Y. 2017. Population density and sex ratio of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* on chrysanthemum cultivars of different flower colors[J]. Journal of Plant Protection,44(5):737-745.]
- Aliakbarpour H, Salmah M R C. 2011a. Evaluation of yellow sticky traps for monitoring the population of thrips(Thysanoptera) in a mango orchard[J]. Environmental Entomology,40(4):873-879.
- Aliakbarpour H, Salmah M R C. 2011b. Seasonal abundance and spatial distribution of larval and adult thrips(Thysanoptera) on weed host plants in mango orchards in Penang, Malaysia[J]. Applied Entomology and Zoology,46(2):185-194.
- Bielza P. 2008. Insecticide resistance management strategies against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*[J]. Pest Management Science,64(11):1131-1138.
- Birkett M A, Pickett J A. 2014. Prospects of genetic engineering for robust insect resistance[J]. Current Opinion in Plant Biology,19:59-67.
- Cao L J, Wang Z H, Gong Y J, Zhu L, Hoffmann A A, Wei S J. 2017. Low genetic diversity but strong population structure reflects multiple introductions of western flower thrips(Thysanoptera: Thripidae) into china followed by human-mediated spread[J]. Evolutionary Applications,10(4):391-401.
- Chen J Y, Gao Y L, Han D Y, Li L, Zhang F P, Fu Y G. 2018. Species composition and distribution of thrips(Thysanoptera) in mango orchards of China[J]. Animal Biology,68(2):175-192.
- Gao Y F, Gong Y J, Cao L J, Chen J C, Gao Y L, Mirab-balou M, Chen M, Hoffmann A A, Wei S J. 2019. Geographical and interspecific variation in susceptibility of three common thrips species to the insecticide, spinetoram[J]. Journal of Pest Science. doi:10.1007/s10340-019-01128-2.
- Mallikarjuna N, Kranthi K R, Jadhav D R, Kranthi S, Chandra S. 2004. Influence of foliar chemical compounds on the development of *Spodoptera litura*(Fab.) in interspecific derivatives of groundnut[J]. Journal of Applied Entomology,128(5):321-328.
- Morse J G, Hoddle M S. 2006. Invasion biology of thrips[J]. Annual Review of Entomology,51:67-89.
- Toda S, Hirose T, Kakiuchi K, Kodama H, Kijima K, Mochizuki M. 2014. Occurrence of a novel strain of *Scirtothrips dorsalis*(Thysanoptera: thripidae) in japan and development of its molecular diagnostics[J]. Applied Entomology and Zoology,49(2):231-239.