

香蕉叶柄和假茎单宁含量与抗假茎象甲的相关性

李科明, 舒海燕, 常胜合, 詹儒林

(中国热带农业科学院海口实验站, 海南 海口 571101)

摘要: 为了明确香蕉单宁含量与其对假茎象甲抗性的关系, 采用香蕉假茎平均蛀道数比值法评价了6个香蕉品种对假茎象甲的抗性, 用香草醛法测定了各品种香蕉叶柄和假茎的单宁含量并分析了单宁含量与其对假茎象甲抗性的关系。结果表明, 广粉1号和海贡蕉对假茎象甲的抗性较强, 南天皇和粤科1号抗虫性次之, 宝岛蕉和巴西蕉抗虫性较差。香蕉叶柄和假茎单宁含量测定结果表明, 香蕉各品种单宁含量差异较大, 为7.21~16.60 mg/g, 且香蕉假茎单宁含量高于叶柄。相关分析表明, 香蕉假茎单宁含量与其对假茎象甲抗性呈显著负相关, 而叶柄单宁含量与其对假茎象甲抗性无相关性。

关键词: 香蕉品种; 抗虫性; 单宁; 假茎象甲

中图分类号: S152 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)12-0043-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2021.12.010

Correlation Between Tannin Content in Petiole and Pseudostem of Banana and Its Resistance to *Odoiporus longicollis* (Oliver)

LI Keming, SHU Haiyan, CHANG Shenghe, ZHAN Rulin

(Haikou Experiment Station, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou Hainan 571101, China)

Abstract: To understand the relationship between the tannin content of banana and its resistance to pseudostem weevil, the resistance level of each banana cultivar to banana pseudostem weevil were evaluated by

收稿日期: 2021-10-12

基金项目: 海南省自然科学基金(318MS102); 广西作物病虫害生物学重点实验室开放基金(2019-KF-04)。

作者简介: 李科明(1980—), 男, 陕西汉中, 副研究员, 博士, 研究方向为热带果树病虫害防治。Email: likeming@126.com。

作者简介: 詹儒林(1967—), 男, 广东饶平, 研究员, 博士, 主要从事热带果树抗病虫育种研究工作。Email: zhanrulin555@163.com。

- 2014, 32(2): 10-13.
- [7] 谢春晖, 李存桂. 湟中县农田常见杂草种类及数量调查初报[J]. 青海农技推广, 2017(4): 43-47.
- [8] 李平, 戴伟. 藜科杂草在洋葱育苗田的空间分布型及其抽样技术[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(4): 49-52.
- [9] 李平. 洋葱根腐病在育苗初期的空间分布型及抽样技术[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(5): 26-29.
- [10] 李平, 戴伟. 潜叶蝇幼虫在二月兰的田间空间分布型及其抽样[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(5): 53-57.
- [11] 李平. 冬小麦返青期地下害虫危害空间分布型及其抽样技术[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(7): 9-13.
- [12] 李平. 设施油白菜地藜科杂草的空间分布型及其抽样技术[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(7): 63-66.
- [13] 李平. 苹果树腐烂病田间分布型及其抽样技术调查[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(8): 5-8.
- [14] 王厚振, 华尧楠, 牟吉元. 棉铃虫预测预报与综合治理[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 83-109.

(本文责编: 杨杰)

average ratio of borer hole number of larva of *Odoiporus longicollis* on six banana cultivars. The tannin content in banana petioles and pseudostems was determined by vanillin method, and the relationship between tannin content and insect resistance was analyzed. The results showed that Guangfen 1 and Haigongjiao had the strongest resistance to *O. longicollis*, followed by Nantianhuang and Yueke 1. Baodaojiao and Baxijiao showed the lowest resistance. The determination results of tannin content in banana petioles and pseudostems showed that the tannin content of banana cultivars varied from 7.21 mg/g to 16.60 mg/g, and the tannin content in pseudostem was higher than that in petiole. The correlation analysis showed that tannin content in pseudostem had a significantly negatively correlation with its resistance to *O. longicollis*, while the tannin content in petioles had no correlation with its resistance to *O. longicollis*.

Key words: Banana cultivars; Insect resistance; Tannin; *Odoiporus longicollis*

香蕉是重要的热带水果,在我国华南农业经济发展中起到重要作用^[1]。香蕉假茎象甲 [*Odoiporus longicollis* (Oliver)] 属鞘翅目、象虫科,是香蕉上的重要害虫,广泛分布于我国广西、广东、海南、福建、台湾、云南等地香蕉种植区。近年来香蕉假茎象甲危害日益严重,已经影响到我国香蕉产业健康发展。据报道,我国蕉园常年香蕉象甲有虫株率高达 50%,为害率达 60%~70%^[2-4]。对于香蕉假茎象甲的防治,国内外仍主要采用化学农药防治^[5-8]。虽然化学防治见效快、防治效果好,但长期大量使用化学农药易造成香蕉果实农药残留增高、蕉园环境污染加剧及害虫抗药性上升等问题。

采用抗病虫植物品种是植物病虫害综合防治的重要措施之一,已在多种植物病虫害防治实践中发挥作用^[9-12]。植物抗虫机制有 3 种:非选择性、抗生性和耐害性。非选择性即植物通过释放某些化学气味物质或者通过改变叶片颜色、形状、株形,以及体表生刺或腺毛等形态特征使害虫不选择其取食、产卵。抗生性即植物通过产生酚类、生物碱等次生物质或者植物体内缺乏昆虫生长发育的必须物质,使昆虫在取食后生长缓慢、发育不良、寿命缩短、生殖能力减弱甚至死亡,从而控制害虫的种群数量。耐害性是植物被害虫取食后表现出的忍受能力或者起到补偿危害作用的再生长或再繁殖能力^[13]。非选择抗性和抗生性被众多学者广为接受,而耐害性,有学者认为它只是植物生长特性表现出来的最终结果而不是真正的抗性^[14]。

目前,国内外还没有抗虫香蕉品种,有关香蕉品种抗虫机制的研究很少^[15],严重影响我国香蕉抗虫品种的选育。单宁是植物体内广泛存在的一种重要的次生代谢物,与植物抗虫性密切相关,学者们在许多植物上开展了单宁含量与其抗虫性关系的研究^[16-18]。我们以田间种植的 6 个香蕉品种为材料,利用假茎平均蛀道数比值法评价了香蕉品种对假茎象甲的抗性,采用香草醛法测定了香蕉品种叶柄和假茎的单宁含量,并分析了香蕉单宁含量与其对假茎象甲的抗性,旨在探索香蕉品种对假茎象甲的抗性机理,为抗虫香蕉品种的选育提供依据。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

供试香蕉品种有巴西蕉、宝岛蕉、粤科 1 号、广粉 1 号、南天皇和海贡蕉,组培苗均由中国热带农业科学院海口实验站组培中心提供。

试剂香草醛、儿茶素均购自 Sigma 公司,甲醇、浓盐酸均购自西陇化工股份有限公司。

试验所用分光光度计为 U-T6 紫外可见分光光度计(屹谱仪器制造上海有限公司)。

1.2 取样方法和样品处理

香蕉营养生长盛期取下各品种香蕉第 1 片叶的叶柄和假茎。样品用蒸馏水冲洗干净后切成小块,自然晾干后 60℃ 烘至恒重,经粉碎过 60 目筛,干粉置于 -20℃ 冰箱保存备用。每品种 3 个重复。

1.3 测定方法

1.3.1 不同香蕉品种对假茎象甲抗性测定

在田间自然感虫情况下,于 2019 年 11 月、2020 年 3 月和 8 月分 3 次调查假茎象甲的危害情况,并记录香蕉假茎上的蛀道数,每个香蕉品种调查 20 株。香蕉对假茎象甲的抗性评定采用平均蛀道数比值法,将 3 次调查获得的香蕉假茎蛀道数比值平均。根据平均蛀道数比值的不同,将香蕉对假茎象甲的抗性分成 5 级,高抗为 0~0.20;抗为 0.21~0.40;中抗为 0.41~0.80;感虫为 0.81~1.20;高感为 1.20 以上。

蛀道数比值 = 某香蕉品种的蛀道数 / 全部香蕉品种的平均蛀道数。

1.3.2 单宁含量测定 采用香草醛法测定^[17]。以儿茶素作为标准品,制作标准曲线,用于测定样品单宁含量。标准曲线按如下步骤制作:先将儿茶素标准品用 70%甲醇配制成浓度分别为 0、10、20、30、40、50 ug/mL 的标准溶液,再将儿茶素标准溶液 0.5 mL 加入以铝箔遮光的试管中,加入 4%香草醛甲醇溶液 3.0 mL 和浓盐酸 1.5 mL,放入 20 °C 的水浴中反应 20 min,蒸馏水作空白对照,用分光光度计在 510 nm 处测定吸光度。以吸光度值为纵坐标,儿茶素浓度为横坐标绘制标准曲线。

测定样品单宁含量时,先称取各样品干粉 1 g,置于 250 mL 三角瓶中,加入 70%甲醇水溶液 50 mL,封口后放入摇床,100 rpm 震荡提取 2 h,经双层滤纸过滤后收集滤液备用。将 0.5 mL 滤液移入以铝箔遮光的试管中,加入 4%香草醛甲醇溶液 3.0 mL 和浓盐酸 1.5 mL,放入 20 °C 的水浴中反应 20 min,蒸馏水作空白对照,用分光光度计在 510 nm 处测定吸光度。

$$\text{单宁含量} = [V / (20 \times W)] \times 100\%$$

式中, V 为从标准曲线查得的单宁浓度 (ug/mL); W 为样品质量 (g)。

1.4 数据统计分析

采用 SPSS 16.0 软件 Tukey 法对香蕉叶柄和假茎单宁含量进行多重比较分析,采用

线性回归法分析香蕉叶柄和假茎单宁含量与其对假茎象甲抗性的关系。数据显著差异水平设置为 $P < 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 不同香蕉品种对假茎象甲的抗性测定

对巴西蕉、宝岛蕉、粤科 1 号、广粉 1 号、南天皇和海贡蕉对假茎象甲的抗性进行评价的结果(表 1)表明,广粉 1 号为高抗品种,假茎上平均蛀道数比值为 0.12;海贡蕉的抗性次之,假茎上平均蛀道数比值为 0.38,属于抗虫品种;南天皇和粤科 1 号为中抗品种,假茎上平均蛀道数比值分别为 0.54 和 0.76;宝岛蕉为感虫品种,假茎上平均蛀道数比值为 1.04;巴西蕉为高感品种,假茎上平均蛀道数比值为 1.28。

表 1 不同香蕉品种对假茎象甲的抗性比较

品种	平均蛀道数比值	抗性级别
巴西蕉	1.28±0.31	高感
宝岛蕉	1.04±0.25	感虫
粤科1号	0.76±0.19	中抗
南天皇	0.54±0.11	中抗
海贡蕉	0.38±0.08	抗
广粉1号	0.12±0.04	高抗

2.2 不同香蕉品种的叶柄和假茎单宁含量

采用香草醛法分别对不同品种香蕉叶柄和假茎单宁含量进行测定的结果(表 2)表明,在叶柄和假茎中,各品种香蕉单宁含量均存在显著差异。叶柄单宁含量最高的品种为粤科 1 号,单宁含量为 13.41 mg/g,与南天皇之间无显著差异,显著高于其他品种;南天皇叶柄中单宁含量仅次于粤科 1 号,为 11.43 mg/g;海贡蕉和宝岛蕉叶柄单宁含量居中,分别为 9.31、9.22 mg/g;广粉 1 号和巴西蕉叶柄单宁含量较低,分别为 7.85、7.21 mg/g。假茎单宁含量最高的品种是广粉 1 号,为 16.60 mg/g,与海贡蕉差异不显著,显著高于其余品种;海贡蕉假茎单宁含量为 14.49 mg/g,低于广粉 1 号;粤科 1 号和南天皇假茎单宁含量居中,分别为 13.38、13.44

表 2 不同香蕉品种叶柄和假茎单宁含量

品种	单宁含量/(mg/g)	
	叶柄	假茎
巴西蕉	7.21±0.54c	9.06±0.72c
宝岛蕉	9.22±0.82b	9.15±0.68c
粤科1号	13.41±1.14a	13.38±1.14b
南天皇	11.43±0.98ab	13.44±1.07b
海贡蕉	9.31±0.62b	14.49±1.06ab
广粉1号	7.85±0.46c	16.60±1.22a

mg/g; 巴西蕉和宝岛蕉假茎单宁含量较低, 分别为 9.06、9.15 mg/g。广粉 1 号和海贡蕉叶柄与假茎单宁含量差异较大, 广粉 1 号假茎单宁含量是叶柄的 2.10 倍, 海贡蕉假茎单宁含量是叶柄的 1.56 倍。宝岛蕉和粤科 1 号叶柄与假茎单宁含量接近。总体来看, 香蕉假茎单宁含量高于叶柄。

2.3 不同抗性香蕉品种单宁含量与其对假茎象甲抗性的相关性分析

回归分析结果(图1)表明, 不同抗性香蕉品种上的假茎象甲平均蛀道数比值与香蕉假茎单宁含量存在显著负相关, 高抗品种假茎单宁含量高, 假茎象甲平均蛀道数比值则低; 感虫品种假茎单宁含量低, 假茎象甲平均蛀道数比值却高。相关性分析还表明, 香蕉叶柄单宁含量与假茎象甲平均蛀道数比值无相关性。

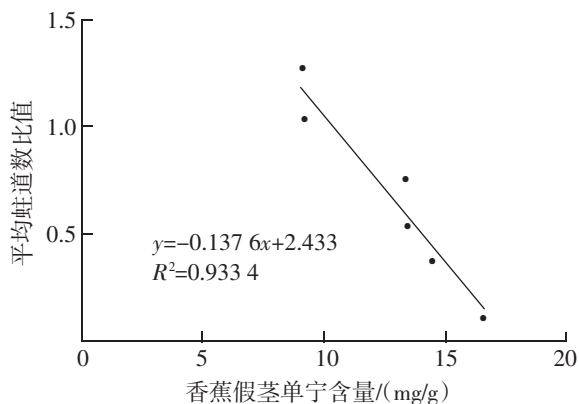


图 1 不同香蕉品种假茎平均蛀道数比值与假茎单宁含量间的相关关系

3 结论与讨论

评价结果表明, 6 个香蕉品种对假茎象甲的抗性从大到小依次为广粉 1 号、海贡

蕉、南天皇、粤科 1 号、宝岛蕉、巴西蕉, 这与之前的研究结果基本一致。在之前的研究中, 我们利用假茎诱捕法测定了广粉 1 号、海贡蕉、巴西蕉、宝岛蕉对假茎象甲的非选择抗性, 发现广粉 1 号和海贡蕉对假茎象甲的非选择抗性显著高于巴西蕉和宝岛蕉^[15]。关于香蕉品种对假茎象甲的抗性评价指标, 目前还没有公认的标准。有学者采用假茎象甲成虫、幼虫虫口密度作为评价指标^[19], 有学者采用成幼虫虫口密度结合蛀道数作为评价指标^[20], 有学者采用假茎象甲幼虫体重、头壳宽度等幼虫发育指标作为评价指标^[21]。本研究采用平均蛀道数比值大小作为香蕉品种抗性评价指标, 是一种尝试。对于香蕉品种抗虫性评价指标, 我们认为有必要加强研究, 建立能被大多数学者接受的香蕉抗虫性评价指标。此外, 研究测定得出的香蕉抗虫性级别是相对抗性, 加之目前还没有公认的绝对抗假茎象甲的香蕉品种, 所以生产上选用抗虫香蕉品种时还需要进一步验证。

测定结果表明, 6 个香蕉品种单宁含量差异显著, 同一品种不同部位单宁含量也有差异。总体来看, 香蕉假茎单宁含量高于叶柄。相关分析表明, 假茎单宁含量与香蕉抗虫性相关, 而叶柄单宁含量与香蕉抗虫性不相关。出现这种差异可能是因为本研究是以假茎受害程度(假茎蛀道数)作为评价香蕉抗虫级别的指标, 而不是以叶柄受害程度作为评价指标。之所以选择假茎蛀道数为抗性评价指标, 是因为相对于叶柄, 假茎象甲对假茎的危害更严重, 故以假茎蛀道数作为香蕉品种抗性评价指标, 更能反映香蕉品种与假茎象甲之间的相互关系。

单宁是植物体内广泛存在的一种重要的次生代谢物, 能够影响昆虫的取食以及使昆虫生长发育不良, 与植物抗虫性密切相关。贾彦霞等^[17]报道辣椒单宁含量与其对西花蓟马的抗性显著负相关, 杨宇晖等^[22]研究

认为蕾期棉铃单宁含量与其对绿盲蝽抗性显著负相关。我们的研究与前人研究的结果类似,香蕉假茎单宁含量与其对假茎象甲的抗性呈显著负相关。因此提高香蕉假茎单宁含量有可能成为香蕉抗虫育种的重要途径之一。与香蕉抗性相关的因子众多,我们只研究了香蕉单宁含量与其对假茎象甲抗性的关系,其它一些与植物形态抗性相关因子如株形、株高、叶角、表层厚度等以及与植物生化抗性相关因子如营养物质含量包括蛋白质含量、可溶性糖含量等以及植物次生物质包括酚类化合物含量、生物碱含量以及萜烯类化合物含量有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 夏勇开, 过建春. 现代生物技术革命与中国香蕉产业化发展[J]. 广东农业科学, 2009(5): 215-217.
- [2] 罗禄怡, 罗黔超, 姚坦, 等. 贵州的香蕉象甲及其生物学特性[J]. 昆虫知识, 1985, 22(6): 265-267.
- [3] 周少凡, 伍锡湛. 香蕉扁象的预测预报及防治方法[J]. 植物保护学报, 1986, 13(3): 195-199.
- [4] 徐云, 孙茂林. 香蕉象鼻虫生物学特性及防治策略[J]. 云南农业科技, 1988(6): 17-19.
- [5] 刘奎, 邱海燕, 付步礼, 等. 海南不同地区香蕉假茎象甲对6种杀虫剂的敏感性测定[J]. 中国南方果树, 2013, 42(1): 79-80.
- [6] JANAKIRAMAN S, RAO P V S. Effect of injection of insecticides against banana pseudostem borer, *Odoiporus longicollis*(Cureulionidae: Coleoptera)[J]. Annals of Plant Protection Sciences, 2001, 9(1): 124-126.
- [7] JUSTIN C J L, RAJAKUMAR D, NIRMALATHA J D, et al. Dose optimization of insecticides for the management of the pseudostem weevil *Odoiporus longicollis* (Oliv.) (Cureulionidae: Coleoptera)[J]. Agricultural Science Digest, 2006, 26(2): 117-119.
- [8] 李科明, 王达新, 许桂莺. 6种药剂对香蕉假茎象甲成虫的毒力及室内药效研究[J]. 中国南方果树, 2015, 44(6): 85-87.
- [9] SULEIMAN R, ROSENTRATER K A, BERN C J. Evaluation of maize weevils *Sitophilus zeamais* Motschulsky infestation on seven cultivars of maize[J]. Journal of Stored Products Research, 2015, 64: 97-102.
- [10] 魏振. 杨树抗性研究进展[J]. 中国森林病虫害, 2007, 26(1): 25-28.
- [11] 成卫宁, 李修炼, 李建军. 小麦品种(系)抗麦红吸浆虫性鉴定[J]. 甘肃农业科技, 2003(11): 42-43.
- [12] 陈明. 作物抗性利用概况及其在害虫综合治理中的地位[J]. 甘肃农业科技, 1985(3): 27-29.
- [13] PAINTER R H. Insect resistance in crop plants[J]. Soil Science, 1951, 72(6): 481.
- [14] 朱麟, 古德祥. 植物抗性概念的当代内涵[J]. 昆虫知识, 1999, 36(6): 355-360.
- [15] 李科明, 曹阳, 王英文, 等. 5个香蕉品种的假茎对香蕉象甲的诱捕效果比较[J]. 果树学报, 2016, 33(4): 350-357.
- [16] 武予清, 刘芹轩, 钟昌珍. 不同棉花品种苗期对朱砂叶螨抗性的筛选鉴定[J]. 河南农业大学学报, 1997, 31(1): 217-220.
- [17] 贾彦霞, 庞洪翠, 姜灵, 等. 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, 2018, 45(5): 1183-1184.
- [18] 黄欣, 李小珍, 姚志文, 等. 油茶蓝翅天牛为害与寄主油茶内营养物质和次生物质含量的关系[J]. 应用昆虫学报, 2021, 58(1): 132-141.
- [19] 周建坤, 吕顺, 陆永跃, 等. 10个香蕉品种对香蕉假茎象甲田间抗性的评价[J]. 广东农业科学, 2012, 39(21): 94-95.
- [20] 陆永跃, 梁广文, 曾玲. 香蕉品种对假茎象甲田间抗性评价指标的研究[J]. 植物保护, 2002, 28(2): 14-16.
- [21] KASSIM S, MOSES N, MICHALE P A. Screening method for banana weevil (*Cosmopolites sordidus* Germar) resistance using reference genotypes[J]. African Journal of Biotechnology, 2010, 9(30): 4725-4730.
- [22] 杨宇晖, 张青文, 刘小侠. 棉花营养物质和单宁含量与其对绿盲蝽抗性的关系[J]. 中国农业科学, 2013, 46(22): 4688-497.

(本文责编: 杨杰)