

辣椒品种营养组成和绒毛特征与 抗侧多食跗线螨的关系

李 庆 郑 逆 杨群芳 王海建 蒋春先

(四川农业大学农学院, 雅安 625014)

摘要: 利用螨量比值法, 研究 11 个辣椒品种叶片茸毛密度和长度、叶绿素含量、可溶性糖含量、可溶性蛋白质含量和游离氨基酸含量与抗侧多食跗线螨 *Polyphagotarsonemus latus* (Bank) 的关系, 以阐明辣椒品种对侧多食跗线螨的抗性机制。结果显示, 螨量比值与辣椒品种叶片绒毛密度、单位面积叶绿素含量和可溶性糖含量呈显著负相关, 相关系数分别为 -0.8455 、 -0.8851 和 -0.6712 与游离丝氨酸含量呈极显著负相关, 相关系数为 -0.829 与游离氨基酸总量和可溶性蛋白质含量无显著相关性。研究表明, 辣椒品种对侧多食跗线螨的抗性与叶片叶绿素、可溶性糖、游离丝氨酸含量及叶片绒毛密度有关。

关键词: 侧多食跗线螨; 辣椒; 抗性

Relationship among the nutritional components and pubescence characteristics of pepper cultivars and their resistance to *Polyphagotarsonemus latus* (Bank)

Li Qing Zheng Ni Yang Qunfang Wang Haijian Jiang Chunxian

(College of Agronomy, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, Sichuan Province, China)

Abstract To elucidate the resistance mechanism in pepper cultivars against the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Bank), the relationship among the density and length of leaf pubescence, the content of chlorophyll, soluble sugar, soluble protein and free amino acids in leaves of 11 pepper cultivars with their resistance to *P. latus* were studied using mite number ratio method. The results showed that the mite number ratio significantly negatively correlated with the density of leaf pubescence, the content of chlorophyll and soluble sugar. The correlation coefficient was -0.8455 , -0.8851 and -0.6712 respectively. The mite number ratio was highly significantly negatively related to the contents of free serine. The correlation coefficient was -0.829 . However, the mite number ratio was not significantly related to the contents of total free amino acids and soluble protein. The results indicated that the resistance of pepper cultivars to *P. latus* closely related to the contents of chlorophyll, soluble sugar, free serine, as well as the density of pubescence of leaves.

Key words *Polyphagotarsonemus latus*; pepper cultivars; resistance

侧多食跗线螨 *Polyphagotarsonemus latus* (Bank) 种类多, 严重危害茄子、辣椒、番茄、黄瓜和茶叶等植物。对侧多食跗线螨的防治, 目前主要依靠化学防治。属蛛形纲蜱螨亚纲, 为世界性害螨。该螨寄主植物

基金项目: 四川省科技厅“十一五”农作物育种攻关抗病虫鉴定项目 (06YZGG-25)

作者简介: 李庆, 男, 1964年生, 教授, 研究方向为作物抗虫性及害虫综合治理, email: liqing633@yahoo.com.cn

收稿日期: 2010-04-24

治方法,但长期使用化学农药导致作物农药残留、害虫(螨)抗药性和再猖獗问题突显。利用作物抗虫(螨)性是害虫(螨)综合治理的重要组成部分。Fernandez Munoz等^[1]研究表明,植物抗螨性存在于栽培和野生植物中;Luczynski等^[2]在研究草莓抗螨性时发现叶形影响二斑叶螨对草莓的选择性;茶树^[3]及小麦^[4]叶片茸毛密度影响植食性害螨的取食及产卵;Patterson等^[5]报道,烟草属 *Nicotiana* 植物叶片腺毛能阻碍叶螨的活动并致其脱水死亡;火炬树树叶对叶螨的防御作用也与腺毛有关^[6]。桂连友等^[7-8]报道叶片绒毛密度较高和下表皮层较厚的茄子品种较抗侧多食跗线螨;刘奕清和徐泽^[9]发现叶片咖啡碱和氨基酸含量高、可溶性糖含量低的茶树品种对侧多食跗线螨的抗性强。郑逆等^[10]在研究辣椒对侧多食跗线螨的抗性时发现辣椒品种存在抗螨性差异,且螨量比值法可作为辣椒品种对侧多食跗线螨抗性的鉴定方法。本试验以育成的 11 个辣椒品种为试材,研究了辣椒品种叶片绒毛特征、游离氨基酸和可溶性糖含量与对侧多食跗线螨抗性的关系,以期阐明辣椒品种对侧多食跗线螨的物理及生化抗性机制。

1 材料与方法

1.1 材料

供试辣椒品种及害螨:供试辣椒品种为经过 2~3 年抗性鉴定筛选的 11 个抗感品种(表 1)。侧多食跗线螨采自四川雅安茶树,以盆栽辣椒品种“条椒新秀”为食料,在 25~28℃条件下饲养建立种群,以成螨作为接种螨源。

试剂:石英砂,上海展云化工有限公司;碳酸钙,成都临江化工厂;乙醇,沈阳化学试剂厂;葡萄糖,成都市医药公司化学试剂部;盐酸,武汉市永发化工有限公司;考马斯亮蓝 G-250 Fluka 分装,中国医药公司北京采购供应站。

仪器:HL-CW 目测微尺,武汉恒岭科技有限公司;隔水式电热恒温培养箱,上海跃进医疗器械厂;紫外分光光度计 UV-1700 型,日本岛津;水相针式滤头,孔径 0.45 μm,上海楚定分析仪器有限公司;日立 L-8800AAA 高效液相色谱仪,日本日立公司;TGL-16 YXJ-2 型离心机,上海帅登离心机厂。

1.2 田间抗性鉴定

将 11 种供试辣椒品种育苗后按行定植大田,每

行 8~10 株,两行为 1 小区,各品种随机排列,3 次重复,不进行化学防治,常规管理,四周设保护行。辣椒开花初期采用带叶转移法,每株接侧多食跗线螨成螨约 50 头。在辣椒开花座果期,每小区随机选择 5 株,每株随机选择顶芽周围叶 10 片,每 7 天调查 1 次,共 3 次,调查不同品种上的螨量并计算平均值。参照郑逆等^[10]方法计算螨量比值。

1.3 叶片绒毛密度和长度测定

在第 3 次调查后,每小区随机选取 5 株植株,每株随机摘取第 3 位叶片 1 片,取主脉两侧 1 cm²,利用目测微尺在显微镜下测定单位面积内叶片绒毛密度和叶片主脉两侧绒毛长度。每品种重复 3 次,共 15 片叶。

1.4 生化指标测定

在第 3 次调查螨量后,取各品种鲜叶或将鲜叶在恒温培养箱内经 35℃烘干、研细后备用。

叶绿素含量测定参照邹琦^[11]的方法,剪取 1 cm² 鲜嫩叶,称重,加少量石英砂、碳酸钙粉及 95% 乙醇,在冰浴中研磨,乙醇定容。在波长 665 nm 和 649 nm 下测定吸光度,计算叶绿素总量。每品种重复 3 次。

可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法^[12],称研细干样 100 mg 加 80% 乙醇 10~15 mL,在沸水浴上重复提取 2 次,离心收集上清液,定容至 50 mL。经蒽酮法,于 620 nm 处比色。每品种重复测定 3 次。以葡萄糖作标准曲线。

游离氨基酸含量测定参照白宝璋和汤学军^[12]、杨胜^[13]的方法,取烘干、研细干样,过 80 目筛,称取 100 mg 加 0.1 mol/L 稀盐酸 50 mL 处理,定容至 100 mL,水相针式滤头过滤,样液加入高效液相色谱仪进行测定。重复 3 次。

可溶性蛋白质含量测定参照 Bradford^[14]的方法,取烘干研细样品 50 mg 加 1 mL 蒸馏水浸提 30 min, 6000 r/min 离心 10 min,上清液即样品液。取样品液 0.5 mL,加蒸馏水 0.5 mL,再加考马斯亮蓝 G-250 液 5 mL,摇匀,静置 10 min,于 595 nm 处比色测光密度,每品种重复 3 次。

1.5 数据分析

采用 SPSS 13.0 数据处理系统的 Duncan 氏新复极差法和简单线性回归、多元逐步回归进行差异显著性检验和回归分析。

2 结果与分析

2.1 辣椒叶片绒毛特征与螨量比值关系

不同辣椒品种间叶片绒毛密度差异明显, 其总体趋势为叶片绒毛密度高, 螨量比值则低; 而叶片绒毛长度与螨量比值则未表现出趋势性变化 (表 1)。对表 1 中 11 个辣椒品种叶片绒毛密度和绒毛长度

平均值分别与相应螨量比值的回归分析表明, 螨量比值 (Y) 与单位面积绒毛密度 (X) 呈显著负相关 ($P < 0.05$), 回归方程为 $Y = -0.0085X + 2.2327$ ($r = -0.8455$); 绒毛长度与螨量比值间相关性不显著 ($P > 0.05$), 条椒新秀与泡椒 1 号螨量比值相差 7.9 倍, 但绒毛长度差异不显著。

表 1 辣椒品种叶片绒毛特征与螨量比值
Table 1 Both mite number ratio and characteristics of leaf pubescence in pepper cultivars

辣椒品种 Variety	品种来源 Origin of variety	叶片绒毛密度平均值 Mean of pubescent density on leaf (individual/cm ²)	叶片绒毛长度平均值 Mean of pubescent length on leaf (μm)	螨量比值 Mite number ratio
条椒新秀 Tiaojiaoxinxiu	四川眉山 Meishan Sichuan	54.97±0.97 Aa	434.23±113.04 CDcd	2.29
美国甜椒 US sweet pepper	四川绵阳 Mianyang Sichuan	68.21±2.62 Aa	492.57±120.35 Dcd	1.53
渝椒 5 号 Yujiao 5	重庆 Chongqing	106.32±4.17 Bb	456.79±64.79 Dcd	1.54
精选牛角椒 Jingxuanniujiaojiao	四川绵阳 Mianyang Sichuan	125.94±2.61 BCc	403.47±99.61 BCDcd	0.93
加长椒优 4 号 Jiachangjiaoyou 4	安徽淮北 Huabei Anhui	129.25±6.00 BCc	382.63±35.79 BCDc	1.18
特长二筋条 Techangerjintiao	四川绵阳 Mianyang Sichuan	143.51±2.74 CDcd	408.90±84.61 BCDcd	1.09
精选特大茄门甜椒 Jingxuantedaqimen tianjiao	四川绵阳 Mianyang Sichuan	153.58±1.33 Dde	87.32±13.93 Aa	0.90
精选大筋条 Jingxuandajintiao	四川绵阳 Mianyang Sichuan	157.95±3.70 Dde	398.51±141.49 BCDcd	0.39
韩国原种朝天椒 Korea clustered pepper	韩国 Korea	167.69±2.44 De	245.83±59.58 ABCb	0.34
日本原种朝天椒 Japan clustered pepper	日本 Japan	266.74±22.80 Fg	231.68±12.31 ABb	0.46
泡椒 1 号 Paojiao 1	四川雅安 Ya'an Sichuan	227.66±28.57 E f	538.33±27.22 Dd	0.29

注: 表中数据为平均值±标准误, 经 Duncan 氏新复极差测验, 同列数据后不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 不同大写字母表示差异极显著 ($P < 0.01$)。Note: The data are mean±SE. Based on Duncan's new multiple range test, data followed by the different lowercase and uppercase letters in the same column show the significant differences at $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively.

2.2 叶绿素、可溶性糖和可溶性蛋白质含量与螨量比值的关系

结果显示, 条椒新秀、美国甜椒、渝椒 5 号之间单位面积叶绿素含量差异不显著, 但分别极显著高于泡椒 1 号、日本原种朝天椒、韩国原种朝天椒和精选大筋条辣椒 (表 2)。对表 2 中 11 个辣椒品种叶绿素含量、可溶性糖含量分别与相应螨量比值的回归分析结果显示, 螨量比值 (Y) 随单位面积叶绿素含量 (X) 升高而降低, 两者间呈显著负相关 ($P <$

0.05), 回归方程为 $Y = -1.1247X + 6.9532$ ($r = -0.8851$)。螨量比值 (Y) 随叶片可溶性糖含量 (X) 升高而降低, 两者之间存在显著负相关 ($P < 0.05$), 回归方程为 $Y = -0.0741X + 4.8497$ ($r = -0.6712$)。品种间可溶性蛋白质含量变化较大, 但其含量与螨量比值无显著相关 ($P > 0.05$), 如精选特大茄门甜椒蛋白质含量最高, 为 $14.78 \pm 0.83 \mu\text{g/g}$ 干重, 加长椒优 4 号最低, 为 $6.03 \pm 0.22 \mu\text{g/g}$ 干重, 而两者螨量比值接近。

表 2 辣椒叶片叶绿素、可溶性糖和可溶性蛋白质含量与螨量比值的
Table 2 Relationship among contents of chlorophyll soluble sugar soluble protein
in leaves of 11 pepper varieties and mite number ratio

辣椒品种 Variety	叶绿素含量 Content of chlorophyll (mg/cm ²)	可溶性蛋白质含量 Content of soluble protein (μg/g DW)	可溶性糖含量 Content of soluble sugar (μg/g DW)	螨量比值 Mite number ratio
条椒新秀 Tiaojiaoxinxiu	4.72±0.06 Aa	10.17±0.72 BCDcd	43.12±0.47 Aa	2.29
美国甜椒 US sweet pepper	4.79±0.05 ABab	6.89±0.63 Aa	46.65±2.13 Bb	1.53
渝椒 5号 Yujiao 5	4.90±0.07 ABCabc	10.25±0.99 BCDcd	46.81±0.22 Bb	1.54
精选牛角椒 Jingxuanniujiao	4.96±0.03 ABCbcd	9.03±0.44 BCbc	49.09±1.25 BCc	0.93
加长椒优 4号 Jiachangjiaoyou 4	5.03±0.05 BCDcd	6.03±0.22 Aa	53.55±1.42 DEd	1.18
特长二筋条 Techang'erjintiao	5.14±0.05 CDde	11.74±1.24 De	56.49±0.29 EFef	1.09
精选特大茄门甜椒 Jingxuantedaqimen tianjiao	5.30±0.17 CEe	14.78±0.83 Ef	58.17±1.39 Ff	0.90
精选大筋条 Jingxuandajintiao	5.56±0.130 Ef	10.58±0.66 CDd	51.12±3.09 CDc	0.39
韩国原种朝天椒 Korea clustered pepper	5.83±0.09 Fg	6.03±0.22 Aa	49.91±0.06 Cc	0.34
日本原种朝天椒 Japan clustered pepper	5.88±0.04 Fg	8.65±0.13 Bb	54.95±1.28 Ede	0.46
泡椒 1号 Paojiao 1	6.17±0.31 Gh	10.25±0.99 BCDcd	62.09±1.51 Gg	0.29

注:表中数据为平均值±标准误,经 Duncan氏新复极差测验,同列数据后不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$),不同大写字母表示差异极显著 ($P < 0.01$)。Note: The data are mean±SE. Based on Duncan's new multiple range test, data followed by the different lowercase and uppercase letters in the same column show the significant differences at $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively.

2.3 游离氨基酸含量与螨量比值的关系

利用测得的 11 个辣椒品种叶片 17 种游离氨基酸、游离氨基酸总量平均值与螨量比值 (Y) 进行多元逐步回归分析。分析表明,螨量比值与游离丝氨酸 (X) 呈极显著负相关 ($P < 0.01$), 回归方程为 $Y = -0.001X + 2.231 (r = -0.829)$, 而与其他游离氨基酸和氨基酸总量无显著相关关系 ($P > 0.05$)。随着丝氨酸含量增加,螨量比值降低,不利于害螨生长发育和繁殖,辣椒对侧多食跗线螨的抗性则逐渐增强。

3 讨论

植物抗虫机制包括抗生性、不选择性和耐害性 3 种。辣椒在与害螨长期协同进化过程中,逐渐演化出各种防御机制。本试验以郑逆等^[10]提出的螨量比值作为抗性评价指标,研究了辣椒品种叶片绒毛特征、生化物质种类及含量与抗侧多食跗线螨的关系,结果表明,辣椒叶片绒毛长度与螨量比值无显著相关性,而绒毛密度与螨量比值呈显著性负相关,叶片绒毛密度高的品种着螨量低,其对侧多食跗线螨的抗性则强。该结果与桂连友等^[8]对茄子以及刘奕清和徐泽^[9]对茶树品种抗侧多食跗线螨的研究结果类似。但有关绒毛的其他特性对害螨种群数量的影响机制,还有待进一步研究。

生化物质在植物对昆虫、螨类的防御体系中起着重要的作用。本试验结果表明,螨量比值随辣椒品种单位面积叶绿素含量的升高而减少,两者间呈显著负相关,叶色浓绿的辣椒品种,栖息的害螨数量少,表现出对害螨较高抗性,这与张金发等^[15]报道的棉花品种对朱砂叶螨 *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) 的抗性研究结果相似。可溶性糖和氨基酸都是植食性害螨生长发育和繁殖的重要营养物

质,因此植物体内可溶性糖和氨基酸种类组成及含量将影响害螨的生长发育和繁殖。本试验结果表明,辣椒品种对侧多食跗线螨的抗性与可溶性糖和游离丝氨酸含量有关,而与可溶性蛋白质含量和游离氨基酸总量无关。

螨量比值作为一种相对指标,较为客观地反映辣椒品种对侧多食跗线螨的抗性高低^[10]。本试验中辣椒叶片游离丝氨酸、可溶性糖含量与螨量比值呈负相关,属品种抗生性的一种表现。本试验仅研究了辣椒叶片绒毛特征、营养种类和含量与抗侧多食跗线螨的关系,有关辣椒次生物质种类和含量与品种抗生性的关系,以及辣椒品种被害前后生化物质种类组成和含量变化与抗性的关系等均有待进一步探讨。

参 考 文 献 (References)

- [1] FernandezMunoz R, DominguezE, Cuartero J A novel source of resistance to the two spotted spider mite in *Lycopersicon pimpinellifolium* (Juss.) Mill.: its genetics as affected by interplot interference. *Euphytica*, 2000, 111: 169–173
- [2] LuczynskiA, IsmanM B, Ravorth D A, et al. Chemical and morphological factors of resistance against the twospotted spider mite in beach strawberry. *Journal of Economic Entomology*, 1990, 83(2): 564–569
- [3] 陈华才, 许宁, 陈雪芬, 等. 茶树对茶橙瘿螨抗性机制的研究. *植物保护学报*, 1996, 23(2): 137–142
- [4] HarveyT L, MartinT J. Effects of wheat pubescence on infestations of wheat curl mite and incidence of wheat streak mosaic. *Journal of Economic Entomology*, 1980, 73: 225–227
- [5] Patterson C G, Thurston R, Rodriguez J G. Twospotted spider mite resistance in *Nicotiana* species. *Journal of Economic Entomology*, 1974, 67: 341–343
- [6] 李中新, 孙绪良, 李庆和, 等. 火炬树抗螨性生物测定. *昆虫学报*, 2007, 50(12): 1309–1314
- [7] 桂连友, 龚信文, 孟国玲, 等. 茄子叶片气孔密度与侧多食跗线螨发生数量的关系. *园艺学报*, 2001, 28(2): 170–172
- [8] 桂连友, 孟国玲, 龚信文. 茄子叶片绒毛与侧多食跗线螨抗性的关系. *应用生态学报*, 2007, 18(1): 229–232
- [9] 刘奕清, 徐泽. 茶树品种抗侧多食跗线螨的形态和生化特征. *中国茶叶*, 2000(1): 14–15
- [10] 郑逆, 李庆, 蒋春先, 等. 辣椒品种对侧多食跗线螨的抗性鉴定方法研究. *西南师范大学学报 (自然科学版)*, 2010, 35(5): 91–94
- [11] 邹琦. *植物生理学实验指导*. 北京: 中国农业出版社, 2000
- [12] 白宝璋, 汤学军. *植物生理学测试技术*. 北京: 中国科学技术出版社, 1993
- [13] 杨胜. *饲料分析及饲料质量检测技术*. 北京: 北京农业大学出版社, 1993
- [14] BradfordM M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 1976, 72(1/2): 248–254
- [15] 张金发, 孙济中, 吴征彬, 等. 棉花对朱砂叶螨抗性的鉴定和机制研究. *植物保护学报*, 1993, 20(2): 155–161