



王星宇,赵航,肖晗,等.两种外源诱导剂对红小豆红叶螨的防御作用[J].黑龙江农业科学,2022(7):55-60.

两种外源诱导剂对红小豆红叶螨的防御作用

王星宇,赵航,肖晗,纪佳怡,刘媛媛,李加奇,金永玲

(黑龙江八一农垦大学农学院,黑龙江大庆163319)

摘要:为探索黑龙江地区红小豆栽培生产中红叶螨绿色防控新模式,以两种不同抗性红小豆品种“珍珠红”(抗红叶螨)和“天津红”(感红叶螨)为研究对象,研究外源诱导剂处理对红小豆叶片叶绿素含量、可溶性糖含量、可溶性蛋白含量、游离脯氨酸含量的影响。并通过田间红叶螨发生数量调查,总体评价施用外源诱导剂对红小豆红叶螨的防御效果。结果表明,随着水杨酸甲酯和茉莉酸甲酯处理浓度升高,红小豆不同抗性品种叶片叶绿素含量和可溶性糖含量比对照均有增加,可溶性蛋白含量则较对照下降,脯氨酸含量呈现先升高又下降的趋势。其中,不同抗性品种对外源诱导剂的响应程度不同。不同浓度水杨酸甲酯处理下,红小豆红叶螨发生数量均低于对照,药后30 d防御效果为19.6%~33.9%。不同浓度茉莉酸甲酯处理下,红小豆红叶螨发生时期晚于对照,发生数量显著低于对照,药后30 d对红叶螨的防御效果为52.1%~97.5%。其中,0.50 mmol·L⁻¹茉莉酸甲酯与助剂混用对红叶螨防御作用最好,为97.5%,高于单独使用茉莉酸甲酯的效果。

关键词:外源诱导剂;水杨酸甲酯;茉莉酸甲酯;红小豆;红叶螨

红小豆 [*Vigna angularis* (Willd)] 为豆科植物,又名赤小豆、小豆,是我国重要的杂粮植物之一。我国红小豆的栽培面积和产量均位于世界首位,我国红小豆主产区包括黑龙江、内蒙古、吉林、辽宁、河北、陕西、山西等地,其中东北三省小豆播种面积和产量多年位于全国首位^[1]。近年来,红小豆因其较高的营养价值在市场上大受欢迎,这直接导致了红小豆种植面积的扩大。但在小豆栽培过程中,病虫害一直是威胁红小豆产量和品质的重要因素,其中红叶螨已经成为红小豆生产中危害最为严重的主要虫害之一,普遍发生在我国各红小豆种植区^[2]。

红叶螨 (*Tetranychus pueraricola*) 是一种多食性害虫,可危害蔬菜、果树、花卉等几十个科的上百种植物,其中豆科植物最容易受其危害。红叶螨在北方一年可发生多代,以若虫或成虫在红小豆叶片背面吸取汁液,初期叶面出现褪绿黄色小点,随着螨害的发生面积逐渐扩大,严重时整叶干枯脱落,严重影响红小豆的产量和品质^[3]。目前,农业生产中主要以化学防治为主。但由于长

期连续用药以及不当用药,致使红叶螨产生耐药性,导致化学防治效果下降,不仅降低红小豆产量品质,同时降低红小豆农产品的安全性。

喷施外源诱导物质可诱导植物的防御反应,进而影响害虫和天敌的行为反应,促进植物抵抗虫害。这些物质多来源于植物,易降解,对环境污染小,对生物安全,且害虫不易产生抗性。外源应用水杨酸甲酯 (Methyl Salicylate, MeSA) 和茉莉酸甲酯 (Methyl Jasmonate, MeJA) 能够激发植物防御基因的表达,有研究表明,水杨酸类物质和茉莉酸类物质具有一定的抗虫效应,进而可作为外源诱导剂的主要成分。外源施用茉莉酸类物质或水杨酸类物质可以诱导植物产生挥发性物质,驱避某些害虫,或引诱多种害虫天敌,增强植物对害虫的防御能力,有利于提高植物的抗虫性^[4]。但鲜有对于红小豆红叶螨防控研究的报道,本研究通过测定喷施外源诱导剂后红小豆几种生理指标的变化,结合外源诱导剂田间应用调查,从外源植物诱导剂的应用角度防控红叶螨的危害,以期减轻化学农药的施用剂量和次数,对黑龙江地区红小豆栽培生产中红叶螨绿色防控新模式的探索提供可靠理论支持。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 红小豆 以黑龙江八一农垦大学农学院昆虫实验室前期筛选的红叶螨抗性品种“珍珠红”

收稿日期:2022-04-02

基金项目:黑龙江省大学生创新创业训练计划项目(202010223075);黑龙江八一农垦大学人才引进项目(XDB201701);黑龙江八一农垦大学人才培养计划项目(ZRCPY201802)。

第一作者:王星宇(2000—),女,本科生,专业方向为植物保护。E-mail:waxiyu263@163.com。

通信作者:金永玲(1978—),女,博士,副教授,从事植物保护方面的教学和科研工作。E-mail:gygjyl08@163.com。

和红叶螨敏感品种“天津红”为供试红小豆，两个供试红小豆品种均由黑龙江省农业科学院佳木斯分院提供。

1.1.2 昆虫 供试昆虫红叶螨(*Tetranychus pueraricola*),为黑龙江省西部红小豆田常发生的叶螨。

1.1.3 药剂 水杨酸甲酯(MACKLIN 公司生产,纯度为 99%),茉莉酸甲酯(MACKLIN 公司生产,纯度为 95%);助剂农乳 500(十二烷基苯磺酸钙,由黑龙江八一农垦大学农药学实验室提供)。

1.2 方法

1.2.1 外源诱导剂对红小豆生理生化指标的影响 2021 年 5—6 月在黑龙江八一农垦大学农学院盆栽场进行盆栽试验。将红小豆种子催芽后播种于直径 35 cm 的花盆中,每盆播种红小豆 10~12 粒,置于温室大棚进行栽培种植,小豆生长期不使用任何药剂,各处理统一常规水肥管理。

将水杨酸甲酯和茉莉酸甲酯两种诱导剂分别配制 0.05, 0.10, 0.20, 0.50 和 1.00 mmol·L⁻¹ 5 个浓度,在盆栽红小豆分枝期喷施于植株表面,喷液量为 10 mL·盆⁻¹,对照喷施清水。每个处理设置 4 个生物学重复,共计处理 48 盆。药后 3 d 取红小豆植株叶片,测定 4 个生理指标的变化。

叶绿素含量测定采用混合液浸提法^[5];可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法^[6];可溶性蛋白含量测定采用考马斯亮蓝 G250 染色法^[7];游离脯氨酸含量测定采用酸性水合茚三酮比色法^[8]。

1.2.2 外源诱导剂对红叶螨防控效果的影响

在黑龙江八一农垦大学实验基地种植红小豆珍珠红和天津红,统一水肥管理,不施用任何化学药

剂。待田间红小豆分枝期,红叶螨发生前,将水杨酸甲酯和茉莉酸甲酯分别设置 0.20, 0.50, 1.00 mmol·L⁻¹ 及 0.50 mmol·L⁻¹ + 助剂 4 个处理,助剂添加到配制好的溶液中,用量为喷液量的 0.3%。对照喷清水,每个处理 10 m², 3 次重复。用电动喷雾器均匀喷施到红小豆植株上,喷液量为 15 kg·(667 m²)⁻¹。施药后每 3 d 调查不同处理红叶螨的发生数量,每个处理随机调查 5 株,记数每株上中下各 3 片叶的红叶螨数量。与对照相比计算对红叶螨的防御效果。

防御效果(%)=(对照螨量-处理螨量)/对照螨量×100

1.2.3 数据分析 试验数据采用 SPSS 20.0 统计分析软件进行处理分析,同一个红小豆品种同一外源诱导剂不同浓度处理之间各个生理指标比较利用 Duncan 氏新复极差法进行单因素差异显著性分析。采用 Excel 2003 软件绘制图表。

2 结果与分析

2.1 外源诱导剂处理对红小豆生理生化指标的影响

2.1.1 叶绿素含量 由图 1 可知,相较于对照,两种外源诱导剂处理后红小豆的叶绿素含量均增加,但是增加幅度不同。其中,水杨酸甲酯处理,浓度为 0.10 mmol·L⁻¹ 时抗虫品种叶绿素含量最高,1.00 mmol·L⁻¹ 时感虫品种叶绿素含量最高;茉莉酸甲酯处理,浓度为 0.10 mmol·L⁻¹ 时抗虫品种叶绿素最高,0.20 mmol·L⁻¹ 时,感虫品种叶绿素含量最高。

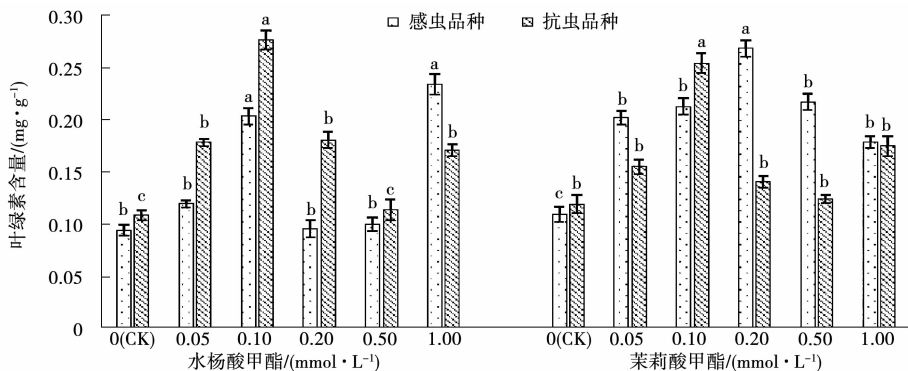


图 1 外源诱导剂对红小豆叶片叶绿素含量的影响

注:图中不同小写字母表示同一品种和外源诱导剂不同处理浓度间差异显著($P < 0.05$)。下同。

2.1.2 可溶性糖含量 由图 2 可知,感虫品种中仅浓度为 0.20 mmol·L⁻¹ 的水杨酸甲酯处理可溶性糖含量显著增加,其他浓度处理与对照差异不显著;抗虫品种水杨酸甲酯各浓度处理与对照相比差异均不显著。但随着茉莉酸甲酯处理浓度的增加,红小豆不同抗、感品种叶片可溶

性糖含量整体表现为升高趋势。浓度为 0.50 和 1.00 mmol·L⁻¹ 茉莉酸甲酯处理后红小豆抗、感品种的可溶性糖含量均显著高于其他处理,而其他处理与对照相比增加不显著。说明茉莉酸甲酯对红小豆可溶性糖含量的诱导效应要好于水杨酸甲酯。

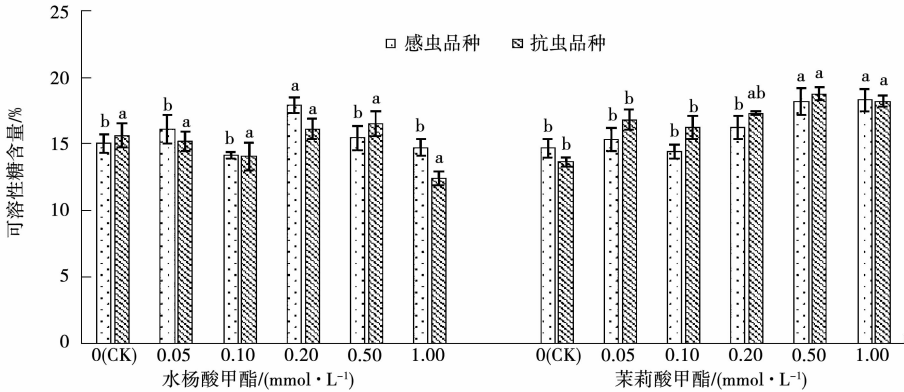


图 2 外源诱导剂对红小豆叶片可溶性糖含量的影响

2.1.3 叶片可溶性蛋白含量 由图 3 可知,与对照相比,0.05,0.50 和 1.00 mmol·L⁻¹ 水杨酸甲酯处理后,红小豆感虫品种可溶性蛋白含量显著下降;0.05,0.20 和 1.00 mmol·L⁻¹ 水杨酸甲酯处理后,抗虫品种可溶性蛋白含量也显著下降;其他处理可溶性蛋白含量与对照相比差异不显著。茉莉

酸甲酯处理浓度为 0.20,0.50 和 1.00 mmol·L⁻¹ 时,红小豆感虫品种可溶性蛋白较对照显著下降;抗虫品种可溶性蛋白含量下降显著的处理浓度是 0.10 和 0.50 mmol·L⁻¹。可见,对红小豆植株可溶性蛋白含量变化影响较大的处理分别是水杨酸甲酯 1.00 mmol·L⁻¹ 和茉莉酸甲酯 0.50 mmol·L⁻¹。

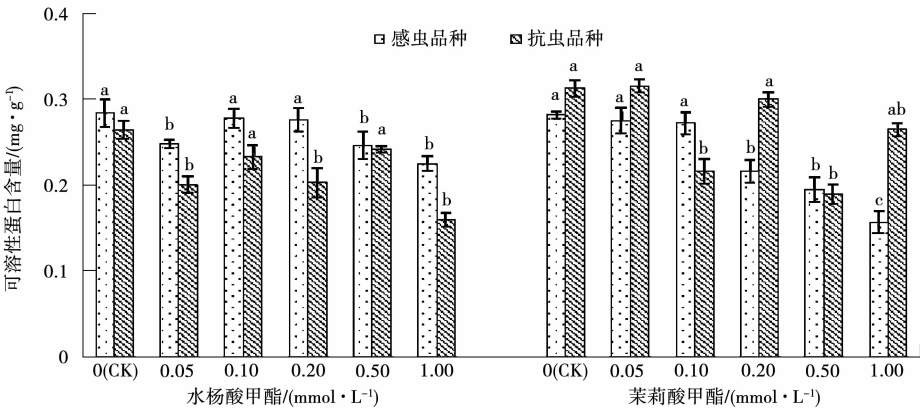


图 3 外源诱导剂对红小豆叶片可溶性蛋白含量的影响

2.1.4 叶片游离脯氨酸含量 由图 4 可知,与对照相比,0.10,0.20 和 0.50 mmol·L⁻¹ 水杨酸甲酯处理后红小豆感虫品种游离脯氨酸含量显著下降,其他处理与对照相比差异不显著;0.05 mmol·L⁻¹ 水杨酸甲酯处理后红小豆抗虫品种游离脯氨酸含量显著上升,其他处理与对照相比差异不显著。与对照相比,0.05 mmol·L⁻¹ 茉莉酸甲酯处理后,红

小豆抗虫品种游离脯氨酸含量显著上升,其他处理与对照相比,抗虫品种游离脯氨酸含量变化差异不显著;感虫品种中 0.05 和 0.10 mmol·L⁻¹ 处理游离脯氨酸与对照相比差异不显著,0.20,0.50 和 1.00 mmol·L⁻¹ 处理比对照显著降低。说明 0.05 mmol·L⁻¹ 水杨酸甲酯和茉莉酸甲酯处理可以使小豆抗虫品种游离脯氨酸产生较大变化。

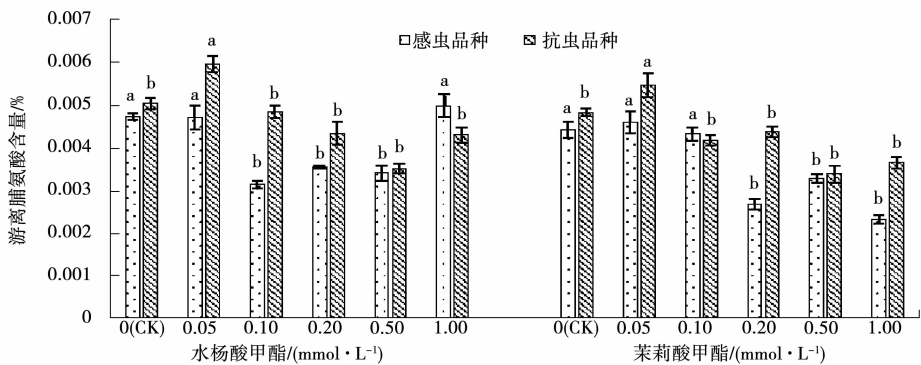


图4 外源诱导剂对红小豆叶片游离脯氨酸含量的影响

2.2 不同外源诱导剂对红叶螨发生数量及防御效果的影响

2.2.1 水杨酸甲酯 由图5可知,药后15 d,对照和水杨酸甲酯处理的红小豆植株上红叶螨开始出现。水杨酸甲酯各浓度处理植株上红叶螨的数量

均显著低于对照,但是各个药剂处理之间的差异不显著。由表1可知,药后15 d水杨酸甲酯对红叶螨的防御效果为35.0%~84.3%,30 d防御效果为19.6%~33.9%。水杨酸甲酯中加入助剂后第30天的防御效果高于其他处理。

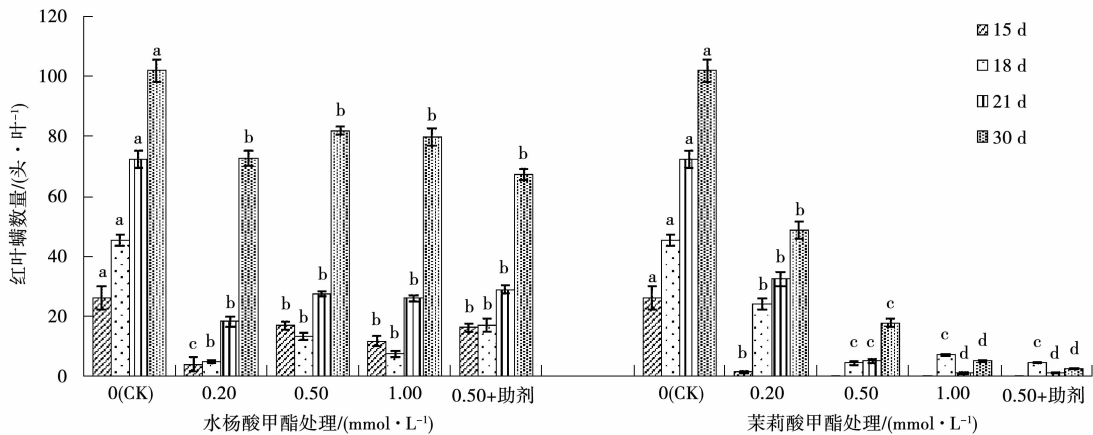


图5 外源诱导剂处理对红叶螨数量的影响

2.2.2 茉莉酸甲酯 对照和0.20 mmol·L⁻¹茉莉酸甲酯处理15 d后,红小豆上出现红叶螨,茉莉酸甲酯其他浓度处理在药后18 d后出现红叶螨。茉莉酸甲酯各个处理红叶螨发生数量均显著低于对照,且发生时期晚于对照(图5)。由表1可知,药后15 d茉莉酸甲酯对红小豆红叶螨的防御效

果为94.5%~100.0%;18~30 d,除了0.20 mmol·L⁻¹处理防御效果在50%左右外,其他处理防御效果均在90%左右,其中0.50 mmol·L⁻¹茉莉酸甲酯与助剂混用对红叶螨防御作用持效期好于茉莉酸甲酯单独作用的效果,助剂的使用有利于提高茉莉酸甲酯的药效。

表1 外源诱导剂处理对红小豆红叶螨的防御效果

处理	防御效果/%			
	药后15 d	药后18 d	药后21 d	药后30 d
0.20 mmol·L ⁻¹ 水杨酸甲酯	84.3 b	88.8 a	74.7 b	28.7 d
0.50 mmol·L ⁻¹ 水杨酸甲酯	35.0 d	70.4 b	61.9 bc	19.6 e
1.00 mmol·L ⁻¹ 水杨酸甲酯	54.9 c	83.4 ab	64.0 b	21.7 e
0.50 mmol·L ⁻¹ 水杨酸甲酯+助剂	37.9 d	62.1 c	59.9 c	33.9 d
0.20 mmol·L ⁻¹ 茉莉酸甲酯	94.5 a	47.0 d	55.2 c	52.1 c
0.50 mmol·L ⁻¹ 茉莉酸甲酯	100.0 a	90.1 a	92.8 a	82.5 b
1.00 mmol·L ⁻¹ 茉莉酸甲酯	100.0 a	84.0 a	98.5 a	94.9 a
0.50 mmol·L ⁻¹ 茉莉酸甲酯+助剂	100.0 a	89.6 a	98.4 a	97.5 a

注:不同小写字母表示处理间差异显著(P<0.05)。

3 讨论

Dicke 等^[9]研究发现,外源茉莉酸甲酯可以通过改变植物自身的营养状况,如可溶性糖、可溶性蛋白含量等,影响寄主植物的营养水平和适口性,进而影响昆虫的取食和发育。植食性昆虫主要通过取食植物的初级代谢产物(如可溶性糖、可溶性蛋白)来维持生存。一定浓度的外源茉莉酸甲酯处理可诱导植物体内可溶性糖含量的增加与可溶性蛋白含量的下降^[10],本研究中外源茉莉酸甲酯 0.5 mmol·L⁻¹ 处理下,可溶性糖含量和可溶性蛋白含量变化与文献报道表现一致。但植物体内营养物质含量与植物抗虫性的关系比较复杂,其中可能存在着一定的物种适应性。

叶绿素含量高,叶片光合作用强,积累有机物多,抗性也随之增强^[11]。一些研究表明,黄瓜对霜霉病、白粉病的抗性与叶片内叶绿素含量呈正相关^[11-12]。在受到植食性昆虫的取食后,一些植物会通过提高叶片光合效率和光合能力,以补偿叶面积损失造成的光合损失^[13]。蒙古扁桃经外源 MeJA 处理后叶片叶绿素含量升高,可能通过两方面来提高其对天幕毛虫的抗性,一方面通过提高碳水化合物的含量,促进一些次生物质的合成,改变叶片适口性,使天幕毛虫拒食或中毒;另一方面通过增强植物体的光合作用,在短时间内补偿由天幕毛虫取食造成的损失^[14]。本研究发现,外源诱导剂处理后,红小豆叶片叶绿素含量升高,抗性提高,与文献报道一致,这可能提高红小豆的抗螨性。

植物体内游离脯氨酸含量是评价植物抗逆性高低的常用生理指标之一。当某些植物遭受干旱、盐碱或病原菌等逆境胁迫时,其体内脯氨酸含量会发生很大变化,来增强植物对逆境胁迫的抗性,脯氨酸积累量与逆境水平及植物的抗逆能力有关^[15-16]。蚜虫危害以及喷施外源茉莉酸甲酯后,菊花叶片脯氨酸含量均有升高,说明外源茉莉酸甲酯处理可以促进脯氨酸含量的升高,进而提高菊花抗蚜性^[17]。在本研究中,红小豆叶片的脯氨酸含量在施用一定浓度的外源诱导剂后也出现一定的积累。

近年来,植物生长调节剂在农业生产中的应

用日趋广泛,使用量每年不断增加,使用技术不断提高^[18]。但目前对水杨酸甲酯和茉莉酸甲酯的抗虫应用研究还处于起步阶段,缺乏大田推广使用的研究内容,缺乏指导水杨酸甲酯和茉莉酸甲酯在大田农作物栽培过程中使用的理论依据,限制了水杨酸甲酯和茉莉酸甲酯作为提高作物抗逆性的外源诱导剂在农业生产过程中的推广和使用,无法从真正意义上为农业生产服务^[19-20]。本研究利用水杨酸甲酯和茉莉酸甲酯处理红小豆,发现 0.10 mmol·L⁻¹ 水杨酸甲酯和茉莉酸甲酯显著提高红小豆叶绿素含量,0.50 mmol·L⁻¹ 茉莉酸甲酯处理的可溶性糖、可溶性蛋白含量有显著变化,0.05 mmol·L⁻¹ 水杨酸甲酯和茉莉酸甲酯显著提高游离脯氨酸含量,说明水杨酸甲酯和茉莉酸甲酯对红小豆生理指标的影响比较一致。但是田间喷施两种外源诱导剂对红蜘蛛发生数量影响却不同,水杨酸甲酯和茉莉酸甲酯处理后,田间红叶螨的发生时期晚,发生数量少,茉莉酸甲酯对红小豆的诱导防御效果好于水杨酸甲酯,尤其加入助剂后显著提高了外源诱导剂的诱导防御效果。本研究结果对实际生产中利用水杨酸甲酯和茉莉酸甲酯作为外源诱导剂来增强植物抗虫性的应用提供了一定理论依据,对实现红小豆红叶螨的可持续控制具有重要的现实意义。

4 结论

施用不同种类和不同浓度外源诱导剂后,红小豆抗害虫品种植株内产生的生理生化反应表现不完全一致。在外源水杨酸甲酯和茉莉酸甲酯 0.50 mmol·L⁻¹ 处理下,可溶性糖含量和可溶性蛋白诱导效应显著。

田间红叶螨发生情况调查结果显示,茉莉酸甲酯对红叶螨的防御效果好于水杨酸甲酯,其中 0.50 mmol·L⁻¹ 茉莉酸甲酯与助剂混用对红叶螨防御作用最好。在红小豆生产中,可以通过施用外源诱导剂来减轻红蜘蛛的发生和危害。

参考文献:

- [1] 刘笑然. 东北三省的红小豆、绿豆生产[J]. 中国粮食经济, 2013(9): 38-41.
- [2] 李季李, 崔冬梅, 殷丽华, 等. 齐齐哈尔市杂粮的分布与生产现状[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2015, 27(4): 16-22.
- [3] 韩冬, 宋晓慧, 张代平. 黑龙江省红小豆主要病虫害发生及

- 综合防治技术[J]. 现代化农业, 2018(5): 2-5.
- [4] 胡明鑫, 张李香. 外源植物激素对植物抗虫性及天敌的影响[J]. 黑龙江大学工程学报, 2019, 10(2): 91-96.
- [5] 张宪政. 植物叶绿素含量测定——丙酮乙醇混合液法[J]. 辽宁农业科学, 1986(3): 26-28.
- [6] 陈毓荃. 生物化学实验方法和技术[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [7] BRADFORD M M. A rapid and sensitive method for the quantization of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding[J]. Analytical Biochemistry, 1976, 72(9): 248-254.
- [8] 职明星, 李秀菊. 脯氨酸测定方法的改进[J]. 河南科技学院学报, 2005, 33(4): 10-12.
- [9] DICKE M, BRUIN J. Chemical information transfer between plants: Back to the future[J]. Biochemical Systematics and Ecology, 2001, 29: 981-994.
- [10] 吴晓, 何菁, 周福才, 等. 不同烟粉虱抗性辣椒对外源茉莉酸甲酯的生理响应[J]. 生态学杂志, 2019, 38(3): 704-709.
- [11] 顾振芳, 王卫青, 朱爱萍, 等. 黄瓜对霜霉病的抗性与其叶绿素含量、气孔密度的相关性[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2004, 22(4): 381-384.
- [12] 肾爱玲, 张亚平, 余长夫. 黄瓜抗病性与叶绿素含量的关系及遗传性研究[J]. 新疆农业科学, 1995(1): 23-26.
- [13] RETUERTO R, FEMBNDEZ-LEMA B, OBESO J R. Changes in photochemical efficiency in response to ivory and experimental defoliation in the dioecious tree *ilex aquifolium*[J]. Plant Science, 2006, 167(2): 279-289.
- [14] 方海涛. 蒙古扁桃对外源 MeJA 的诱导抗性反应及其对黄褐天幕毛虫的影响[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2013.
- [15] XIN Z J, BROWSE J. Cold comfort farm: The acclimation of plants to freezing temperatures [J]. Plant Cell and Environment, 2000, 23: 893-902.
- [16] 汤章城. 逆境条件下植物脯氨酸的累积及其可能的意义[J]. 植物生理学通讯, 1984(1): 15-21.
- [17] 樊婕. 茉莉酸甲酯对菊花抗蚜性的影响机理研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2020.
- [18] 官庆涛, 武海斌, 张坤鹏, 等. 10 种常用植物生长调节剂在我国的登记情况[J]. 河南农业科学, 2016, 45(2): 92-97.
- [19] 周琪, 李倩楠, 唐清华. 水杨酸对植物生理的作用以及在农业生产上的应用[J]. 安徽农学通报, 2008, 14(14): 149-150.
- [20] 朱宏涛, 李江, 李元, 等. 激素类农药茉莉酸及其甲酯的植物生物活性及其在农业生产中的应用[J]. 农药, 2013, 52(8): 552-557, 562.

Defense Effect of Two Exogenous Inducers on *Tetranychus pueraricola* of Adzuki Bean

WANG Xing-yu, ZHAO Hang, XIAO Han, JI Jia-yi, LIU Yuan-yuan, LI Jia-qi, JIN Yong-ling

(College of Agronomy, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China)

Abstract: In order to explore a new mode of green control of *Tetranychus pueraricola* in the cultivation and production of adzuki bean in Heilongjiang Region, in this study, two adzuki bean varieties with different *T. pueraricola* resistance, "pearl red" (resistant variety) and "Tianjin red" (susceptible variety) were used as research objects. The effects of exogenous inducers treatment on chlorophyll content, soluble sugar content, soluble protein content and free proline content in the leaves of adzuki bean were studied. And by investigating the occurrence of *T. pueraricola* in the field, the defensive effect of exogenous inducers on *T. pueraricola* was evaluated from the overall level. The results showed that with the increase in the treatment concentrations of methyl salicylate (MeSA) and methyl jasmonate (MeJA), the chlorophyll content and soluble sugar content in leaves of two different resistant varieties increased compared with the control, while the soluble protein content decreased compared with the control, and the proline content showed a trend of first rising and then falling. Among them, the responses of different resistant adzuki bean varieties to exogenous inducers were different. Field surveys showed that after treating adzuki bean with different concentrations of MeSA, the number of *T. pueraricola* was lower than the control. At 30 days after treatments, the defense effect on *T. pueraricola* was between 19.6% and 33.9%. After different concentrations of MeJA treated adzuki bean, the occurrence period of *T. pueraricola* was later than that of the control, and the number of *T. pueraricola* was significantly lower than that of the control. The defense effect on *T. pueraricola* of 30 days after treatment was between 52.1% and 97.5%. Among several treatments of several MeJA, the defense effect of 0.50 mmol·L⁻¹ MeJA mixed with adjuvant was higher than the effect of MeJA alone. And it had a maximum defensive effect of 97.5% on *T. pueraricola*.

Keywords: exogenous inducer; methyl salicylate (MeSA); methyl jasmonate (MeJA); adzuki bean; *Tetranychus pueraricola*