

崔家丽,王巧利,钟 亮,等. 甲哌镆对棉花叶片酚酸类次生代谢产物含量的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(5):99-101.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.05.027

甲哌镆对棉花叶片酚酸类次生代谢产物含量的影响

崔家丽,王巧利,钟 亮,李文杰,王俊刚

(石河子大学农学院,新疆石河子 832000)

摘要:为明确甲哌镆对棉花酚酸类次生代谢产物的影响,采用盆栽法室内测定甲哌镆处理后棉花叶片木质素、总酚、单宁、黄酮含量的变化。结果表明,不同剂量甲哌镆处理棉花,棉花叶片中次生代谢产物含量发生不同程度变化,均高于对照,且不同剂量处理的次生代谢产物含量最高值出现时间不同;4.5 g/hm² 甲哌镆诱导棉花合成次生代谢产物效果优于其他处理组;其中,15 g/hm² 甲哌镆处理组的木质素含量在处理 5 d 达到最大值,比对照高 1.9 倍;4.5 g/hm² 甲哌镆处理组的总酚含量在处理 3 d 达到最大值,比对照高 116.3 倍;4.5 g/hm² 甲哌镆处理的单宁含量在处理 7 d 达到最大值,比对照高 7 倍;4.5 g/hm² 甲哌镆处理的黄酮含量在处理 7 d 达到最大值,比对照高 6.3 倍。说明甲哌镆处理棉花后,能够诱导棉花合成次生代谢产物,进而增加棉花抗逆能力。

关键词:棉花;甲哌镆;次生代谢产物;抗逆能力

中图分类号:S435.62 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)05-0099-03

次生代谢产物非植物生长发育所必需物质,但其在提高植物自身保护、生存竞争能力以及协调与环境关系中充当重要角色,与初生代谢产物相比,其产生、变化与环境有着较强的相关性和对应性^[1-2]。植物合成、利用次生代谢物质阻止其他生物侵害,抑制与其有竞争生存关系的植物种群生长发育;次生代谢产物可以吸引帮助植物繁衍后代的传粉媒介以及某些共生生物^[3]。诱导植物产生次生代谢产物的因素包括生物因素和非生物因素,其中生物因素包括昆虫、微生物、病原菌等的危害,如光照诱导植物体内次生代谢物质含量发生变化^[4]。

甲哌镆(1,1-dimethylpiperidylumchloride)是一种植物生长调节剂,可以在棉花不同生长期调节棉花的生长发育,防止棉株蕾铃脱落,增加棉花产量与品质。此外,笔者所在课题组研究发现,甲哌镆处理后的棉花对棉蚜有忌避作用,对棉蚜种群有很好的抑制作用^[5],能增加棉花细胞耐渗透压能力,增强棉花抗胁迫能力,提高棉花叶片的抗旱能力及其光合作用^[6]。因此,本研究采用甲哌镆为外源因子,测定不同浓度甲哌镆处理棉花后叶片内次生代谢物质含量变化,旨在了解甲哌镆是否能作为外源因子诱导棉花产生抗性次生代谢物质,为棉花的病虫害防治提供理论支撑。

1 材料与方法

1.1 棉花材料

新陆早 55 号。

1.2 试验设计

收稿日期:2016-07-29

基金项目:国家自然科学基金(编号:31260435)。

作者简介:崔家丽(1990—),女,新疆乌苏人,硕士研究生,研究方向为农业昆虫与害虫防治。E-mail:cui_jiali915@126.com。

通信作者:王俊刚,博士,教授,研究方向为农药毒理学。E-mail:wangjungang98@163.com。

棉花幼苗于温度为(26±1)℃的光照培养箱内培育,待棉苗长至 3 张真叶时进行试验。甲哌镆设置 5 个浓度梯度:CK,0 g/hm²;T1,4.5 g/hm²;T2,7.5 g/hm²;T3,10.5 g/hm²;T4,15 g/hm²。经甲哌镆处理后 1、3、5、7、9 d 采集棉花幼苗相同部位叶片进行次生代谢物质含量的测定。

1.3 样品制备

取供试棉花品种植株顶部完全展开的嫩叶(3 张真叶期),置 70℃干燥箱中 12 h,烘干后取出粉碎成干粉,过 80 目筛,置于-20℃冰箱内密封保存备用。

1.4 样品液制备

称取样品干粉 0.2 g,置于具塞试管中,加入 4 mL 45%乙醇溶液,经超声波提取 30 min 后,5 000 r/min 离心 10 min,取上清液为待测液。

1.5 次生代谢物含量的测定方法

总酚含量采用 Folin 酚还原法、黄酮含量采用三氯化铝法,具体参照 Ahmad 的方法^[7];单宁含量的测定采用香草醛反应法^[8];木质素含量的测定采用乙酰溴法^[9];木质素含量与 $D_{280\text{ nm}}$ 成正比,以 1 g 鲜样在 280 nm 处的吸光度表示木质素相对含量。

1.6 数据统计与分析

采用数据统计软件 SPSS 20.0 处理试验数据,采用 Duncan's 法进行方差分析和多重比较($\alpha=0.05$),采用 Excel 绘制试验数据图。

2 结果与分析

2.1 不同甲哌镆浓度处理对棉花叶片木质素含量的影响

由图 1 可知,处理后 1 d,对照组木质素含量显著低于处理组,10.5 g/hm² 和 15 g/hm² 处理组之间差异不显著($P=0.072$),7.5 g/hm² 处理组含量最高,比对照组高 3.1 倍;处理后 3 d,处理组木质素含量均与对照组差异显著,15 g/hm² 处理组木质素含量最高,比对照高 1.3 倍,4.5 g/hm² 次之,比对照高 0.9 倍;处理后 7、9 d,处理组与对照组之间基本差异

显著,均以 4.5 g/hm^2 甲哌镆处理组木质素含量最高,处理后 9 d 对照组与 10.5 g/hm^2 处理组差异不显著 ($P=0.786$)。

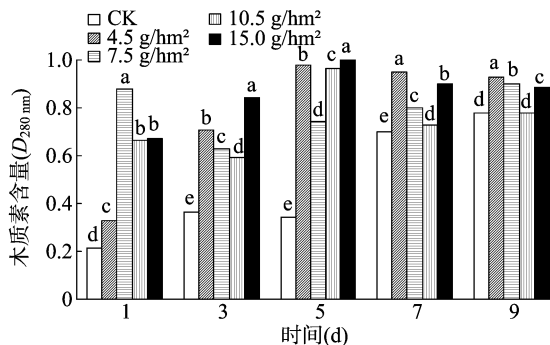


图1 甲哌镆处理对棉花叶片木质素含量的影响

2.2 不同甲哌镆浓度处理对棉花叶片总酚含量的影响

由图 2 可知,对照组与各处理组间在时间动态下均差异显著 ($P<0.05$);处理后 1 d, 7.5 、 10.5 g/hm^2 处理组总酚含量显著高于对照组,分别比对照高 326.5、315.5 倍,但 2 处理组之间差异不显著 ($P=0.322$);在处理 3 d, 4.5 g/hm^2 处理组诱导效果最为显著,达 8.21 mg/g ,比对照高 116.3 倍,且总酚含量随处理浓度增加而降低;在处理 5 d,各处理组总酚含量低于处理后 1、3 d,但对照组含量升高,达 0.64 mg/g ,分别比处理后 1、3 d 高 31.0、8.1 倍, 10.5 g/hm^2 和 15 g/hm^2 处理组之间总酚含量差异不显著 ($P=1.0$);在处理 7、9 d,均以 4.5 g/hm^2 处理组总酚含量最高, 7.5 g/hm^2 次之。

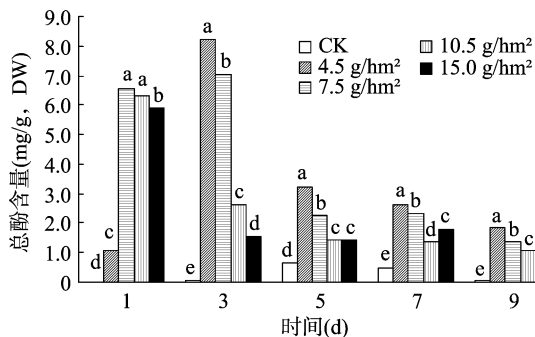


图2 甲哌镆处理对棉花叶片总酚含量的影响

2.3 不同甲哌镆浓度处理对棉花叶片单宁含量的影响

由图 3 可知,随时间延长,处理组单宁含量均显著性比对照组高 ($P<0.05$),对浓度没有一定的依赖性。在处理 1 d, 10.5 g/hm^2 处理组单宁含量明显高于对照组,达 2.6 mg/g ,比对照高 8.0 倍;在处理 3、7、9 d,均以 4.5 g/hm^2 处理组单宁含量最高,与其他处理组间差异均显著;处理后 7、9 d 处理组间变化规律一致,都是随甲哌镆浓度升高,单宁含量呈现“斜 N”变化趋势。

2.4 不同甲哌镆浓度处理对棉花叶片黄酮含量的影响

在时间动态下,对照组与各处理组间均差异显著 ($P<0.05$),除在处理 3 d, 7.5 g/hm^2 和 10.5 g/hm^2 处理组间差异不显著 ($P=0.094$),其他处理组间均差异显著。在处理 1 d,随甲哌镆处理浓度增加,黄酮含量先增后减,以 10.5 g/hm^2 处理组为峰点,达 131.5 mg/g ,比对照高 4.3 倍;在处理 3、5、7 d,均以 4.5 g/hm^2 处理组黄酮含量最高,说明适当浓度的甲哌镆能够诱导黄酮合成含量最高(图 4)。

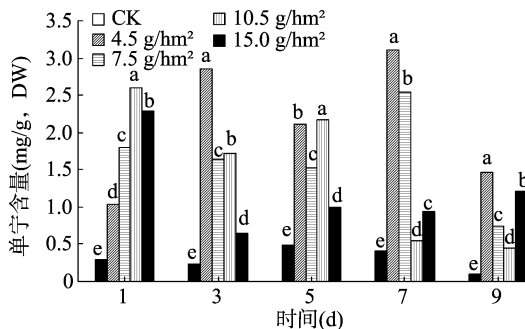


图3 甲哌镆处理对棉花叶片单宁含量的影响

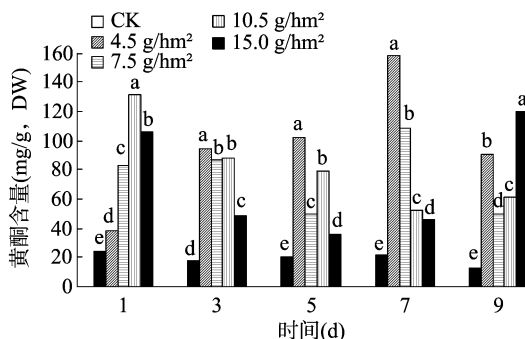


图4 甲哌镆处理对棉花叶片黄酮含量的影响

3 讨论与结论

植物受生物或非生物因素胁迫,诱导其体内发生一系列化学反应,包括植物营养价值改变,次生代谢产物含量增加,防御酶和蛋白酶抑制力活性增强,引诱天敌和通知邻近植物防御反应等^[10-11],以适应外界因素对植物新陈代谢的干扰,减少对自身的危害。

本研究发现,不同浓度甲哌镆处理棉花,均能在不同程度上诱导棉花产生次生代谢物质,次生代谢物质作为棉花体内防御抗性物质,可在一定程度上抵抗外界病虫害的危害,增强棉花抗逆性。

3.1 甲哌镆对棉花木质素的诱导

木质素是植物细胞壁的基本组成成分,保护植物细胞,减轻病原菌、昆虫胁迫危害,起到屏障作用;植物受到侵害后的木质化可以阻碍真菌和害虫的攻击,木质素含量增加导致的木质化是植物增强抗性的一个重要机制^[12]。研究发现,外源 SA 可作为信号分子,能够提高甜菜细胞壁的木质素含量,可调控甜菜细胞壁中的防御系统,提高抗病性^[13];钙对化学诱剂水杨酸(SA)、茉莉酸甲酯(MeJA)、龙胆酸(GA)和 β -氨基丁酸(BABA)诱导番茄叶片中木质素的合成具有正调控作用^[14]。本研究也有相似的结果,试验结果表明,除在处理 9 d,对照组与 10.5 g/hm^2 处理组差异不显著 ($P=0.786$) 外,对照组木质素含量显著低于其他处理组 ($P<0.05$)。说明甲哌镆处理可以诱导木质素的产生,加强植株木质化以增加抗性;对照组木质素含量随时间的延长而增加,这可能是由于试验处理时处理组和对对照组放置位置靠近,植株自身发出信号分子导致木质素含量增加的原因。

3.2 甲哌镆对棉花总酚的诱导

植物中酚类物质通过莽草酸代谢途径形成,属于芳香烃

化合物。一般认为,植物在受到损伤后,酚类物质变化最为明显,植物的抗虫性与酚类物质的含量呈正相关,如牛角花齿蓟马危害后苜蓿叶酚类物质含量上升^[15]。本研究发现,在时间动态下对照组和各处理组间均差异显著,处理初期总酚含量积累量较多,随时间的延长,总酚含量降低,可能与甲萘酚的药效时间有关。也有研究报道称,外源化学物可以诱导植物酚类物质的积累,水杨酸、茉莉酸甲酯、无机铜均可诱导棉花酚类物质的合成^[16-17]。

3.3 甲萘酚对棉花单宁的诱导

单宁是一种多元酚类物质,因其口感上的涩性,以及对肠消化酶活性和食物中营养物质的利用率的不利影响,因此在抗病虫害方面具有重要意义。本研究结果表明,对照组和处理组间单宁含量差异显著,以 4.5 g/hm^2 处理组诱导单宁积累含量最高,效果最佳。棉花花铃期叶片中棉酚、单宁含量越高,棉花对绿盲蝽的抵抗作用越强^[18]。对于次生物质的积累,不仅昆虫的胁迫可诱导,其他非生物因素也可以诱导植株积累次生物质,使自身产生抗性应对外界因素的干扰。 0.1 、 1.0 mmol/L 茉莉酸对于诱导棉花单宁最有效,提高棉花幼苗的抗虫性^[19]。

3.4 甲萘酚对棉花黄酮的诱导

黄酮类物质是植物中一类重要的次生代谢物质,主要分布于棉花的叶片和花瓣中,可以影响昆虫的行为和代谢,增加昆虫的代谢负担,使之忌避、拒食,破坏昆虫的正常代谢,严重时能导致昆虫中毒甚至死亡。笔者发现,在时间动态下对照组和各处理组间均差异显著,对照组黄酮含量都明显低于甲萘酚处理组;以 4.5 g/hm^2 处理组诱导黄酮积累含量最高,效果最佳,在不同程度上增加了棉花的抗性。这与李元等研究的 UV-B 辐射和稻瘟病菌共同胁迫导致水稻品种“合系 41”苯丙氨酸解氨酶活性和类黄酮含量增加,使“合系 41”抗性增强^[20]结果一致。

综上所述,甲萘酚作为一种植物生长调节剂,可以在棉花苗期有效地诱导植株次生物质的合成,提高棉花幼苗的抗性,这可能也是甲萘酚处理后的棉花对棉蚜有忌避作用的原因之一。对于甲萘酚是如何诱导棉花产生次生物质,还须通过植物不同的代谢途径及分子机制进行下一步研究。

参考文献:

- [1] Theis N, Lerda M. The evolution of function in plant secondary metabolites[J]. International Journal of Plant Sciences, 2003, 164 (S3): 93-102.
- [2] Kutchan T, Dixon R A. Physiology and metabolism: secondary metabolism: nature's chemical reservoir under deconvolution [J]. Current Opinion in Plant Biology, 2005, 8(3): 227-229.
- [3] Organizer D J C, Whelan J. Roles for secondary metabolites in plants [M]//Ciba Foundation Symposium 171 - Secondary Metabolites: their Function and Evolution. Hoboken: John Wiley & Sons, Ltd,

- 2007: 255-275.
- [4] Estell R E, Fredrickson E L, James D K. Effect of light intensity and wavelength on concentration of plant secondary metabolites in the leaves of *Flourensia cernua* [J]. Biochemical Systematics & Ecology, 2016, 65: 108-114.
- [5] 周运刚, 王俊刚, 马天文, 等. 缩节胺对棉蚜种群繁殖的影响 [J]. 西北农业学报, 2011, 20(5): 199-202.
- [6] 周运刚, 王俊刚, 马天文, 等. 不同 DPC(缩节胺)处理对棉花生理生化特性的影响 [J]. 新疆农业科学, 2010, 40(6): 1142-1146.
- [7] Ahmad N, Rab A. Light-induced biochemical variations in secondary metabolite production and antioxidant activity in callus cultures of *Stevia rebaudiana* (Bert) [J]. Journal of Photochemistry and Photobiology B (Biology), 2016, 154: 51-56.
- [8] Wu G C, Johnson S K, Bornman J F. Effects of genotype and growth temperature on the contents of tannin, phytate and *in vitro* iron availability of sorghum grains [J]. PLoS ONE, 2016, 11(2): 1-12.
- [9] Fukushima R S, Kerley M S. Use of lignin extracted from different plant sources as standards in the spectrophotometric acetyl bromide lignin method [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2011, 59(8): 3505-3509.
- [10] Sancho M A, Forchetti S M D, Pliego F, et al. Peroxidase activity and isoenzymes in the culture medium of NaCl adapted tomato suspension cells [J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 1996, 44 (2): 161-167.
- [11] Karban R, Chen Y. Induced resistance in rice against insects [J]. Bulletin of Entomological Research, 2007, 97(4): 327-335.
- [12] Kessler A, Baldwin I T. Defensive function of herbivore-induced plant volatile emission in nature [J]. Science, 2001, 291 (5511): 2141-2144.
- [13] 陈贵华, 张少英. 外源 SA 对甜菜幼苗细胞壁 HRGP 和木质素含量的影响 [J]. 作物杂志, 2012(2): 36-38.
- [14] 余朝阁, 黄欣阳, 李天来, 等. 钙对化学诱抗剂诱导番茄叶片木质素合成的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2013(6): 1445-1449.
- [15] 王小珊, 杨成霖, 王森山, 等. 牛角花齿蓟马为害后苜蓿叶酚类物质和木质素含量的变化 [J]. 应用生态学报, 2014, 25(6): 1688-1692.
- [16] 王燕芳, 谢利, 贺翠, 等. 外源信号物质对棉花酚类物质诱导时间及浓度效应 [J]. 西北农业学报, 2015, 24(6): 103-109.
- [17] 张坤驰. 无机铜试剂诱导棉株抗虫次生物增量合成初探 [D]. 新疆农业大学, 2009.
- [18] 雒珏瑜, 崔金杰, 王春义, 等. 棉花叶片中棉酚和单宁含量与绿盲蝽抗性的关系 [J]. 棉花学报, 2012, 24(3): 279-283.
- [19] 杨世勇, 王蒙蒙, 谢建春. 茉莉酸对棉花单宁含量和抗虫相关酶活性的诱导效应 [J]. 生态学报, 2013, 33(5): 1615-1625.
- [20] 李元, 高潇潇, 高召华, 等. UV-B 辐射和稻瘟病菌胁迫对水稻幼苗苯丙氨酸解氨酶活性和类黄酮含量的影响 [J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(4): 856-860.