

RBSDV 所致玉米粗缩病不同病级植株 内源激素水平变化研究

张爱红¹, 任 萍^{1,2}, 邸垫平¹, 苗洪芹¹, 曹克强²

(1. 河北省农林科学院 植物保护研究所, 河北省农业有害生物综合防治工程技术研究中心, 河北 保定 071000;

2. 河北农业大学 植物保护学院, 河北 保定 071001)

摘要:采用酶联免疫吸附测定法(Enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)测定玉米粗缩病发病植株中不同病级植株内源激素水平。结果表明,不同病级玉米植株中,赤霉素(Gibberellin, GA_3)、生长素(Indole-3-acetic acid, IAA)、脱落酸(Absciseic acid, ABA)和玉米素(Zeatin, ZR)的含量变化特点不同:人工接种 RBSDV 后,病株中 GA_3 及 ZR 含量明显低于健株,且随病级增加,植株体内 GA_3 、ZR 含量逐渐降低,其含量与病情严重程度呈显著正相关;抽穗孕穗期病株叶片中 IAA 含量低于健株,但根部 IAA 的含量差异不明显;人工接种 RBSDV 后,病株中 ABA 含量明显升高,且随病情严重程度增加,含量逐渐升高,其含量与病情严重程度呈显著负相关。

关键词:水稻黑条矮缩病毒;内源激素;玉米粗缩病;玉米

中图分类号:S435 文献标识码:A 文章编号:1000-7091(2011)06-0217-04

Studies on Contents of Endogenous Hormones in Different Tissues of Maize Infected by Rice Black-streaked Dwarf *fijivirus*

ZHANG Ai-hong¹, REN Ping^{1,2}, DI Dian-ping¹, MIAO Hong-qin¹, CAO Ke-qiang²

(1. Institute of Plant Protection, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Hebei Engineering Research Center for Integrated Control of Agricultural Pests, Baoding 071000, China; 2. College of Plant Protection, Agricultural University of Hebei, Baoding 071000, China)

Abstract: ID-ELISA for detecting the endogenous hormone contents was adopted to find out the correlation of the symptoms and the endogenous hormones. In the study, high-susceptible corn variety Zhengdan 958 was inoculated with RBSDV onto the seedlings through the virulent vectors of *Laodelphax striatellus* Fallen in greenhouse. The four tested endogenous hormones were gibberellin (GA_3), indole-3-acetic acid (IAA), abscisic acid (ABA) and zeatin riboside (ZR). The results were summarized as follows: in leaves and roots, GA_3 contents in infected plants were obviously lower than those in the healthy, besides the more stunted plants were, the lower GA_3 contents detected; while ABA contents kept higher in diseased than in healthy ones through the whole growth stages. Moreover, ABA contents increased more as the symptoms developed. IAA contents showed higher at the beginning and forming periods of enations (seedling to jointing stages) in the diseased than in the healthy controls. By big trumpet growth stage, it showed no obvious difference between diseased and healthy ones. There were higher ZR in levels and roots in healthy than in diseased ones. In young shoot tissue, the contents of four kinds of endogenous hormones were no significant difference in healthy and infected plants in seedling stage. It indicated that the symptoms appearance and development were strongly correlated to the endogenous hormone contents.

Key words: Rice black-streaked dwarf *fijivirus* (RBSDV); Endogenous hormone; Maize rough dwarf disease; Maize

收稿日期:2011-08-20

基金项目:河北省自然科学基金资助项目(C2009001323);国家科技支撑计划(2006BAD02A16-3)

作者简介:张爱红(1981-),女,河北保定人,助理研究员,硕士,主要从事植物病理学研究。

通讯作者:苗洪芹(1962-),女,河北泊头人,研究员,硕士,主要从事植物病毒病研究。

玉米粗缩病由水稻黑条矮缩病毒(Rice black-streaked dwarf *fijivirus* RBSDV)引起,通过介体灰飞虱(*Laodelphax striatellus* Fallen)以持久性方式传播,具爆发性和流行性。典型症状为植株矮化,节间变短,叶片背面产生白色蜡泪状突起,根系短小细弱,严重病株雌穗畸形,不结实或籽粒减少^[1-9]。植物病毒的侵染能引起植物一系列生理代谢过程的变化,进而引起花叶、褪绿、矮化、皱缩、肿突等症状,阻碍寄主的正常生长发育,并进一步影响其产量和品质,该变化可能与寄主体内内源激素代谢紊乱有一定相关^[10-13]。本研究旨在明确 RBSDV 侵染玉米植株后,不同病级中赤霉素(GA_3)、生长素(IAA)、脱落酸(ABA)和细胞分裂素中玉米素(ZR)等4种主要内源激素水平的变化,揭示植株外部症状表现与内部激素水平的关系,为进一步探索应用外源激素防治玉米粗缩病和病害的分子机理研究提供依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料

在抗病性鉴定的基础上,选择高感玉米粗缩病品种郑单 958 为试验材料,发病潜育期为 15 d 左右。

虫源:本试验人工接种所用虫源均为实验室长期饲养的无毒灰飞虱种群,毒源为田间采回表现明显玉米粗缩病症状植株,经无毒灰飞虱饲毒后传毒于小麦,表现绿矮症状的小麦病株即为 RBSDV 感染病株,利用无毒灰飞虱在毒源上饲毒而后传毒于小麦进行毒源繁殖,将毒源保存于本实验室小麦石新 828 上。

1.2 试验方法

参照邸垫平等^[14]报道的方法,通过人工接种获得玉米粗缩病病株:防虫网室内使用网箱集团接种于二叶一心期玉米苗,接种虫量 7 头/株,共接种 100 株,同时设不接种对照。接种 5 d 后,喷施杀虫剂灭虫,将接种后植株移栽于环境条件一致的防虫网室中。自接种后第 10 天开始,每 3 d 调查接种株发病率,记录并标记发病株,于抽穗孕穗期分别采集 3 份 0~4 级玉米植株根部及第 1 展开叶标样,每份标样 1.0 g 液氮速冻,置 -70°C 冰箱保存备用。0~4 级分级标准调查方法参照苗洪芹报道^[15]。

应用酶联免疫方法对人工接种后采集的所有标样进行赤霉素(GA_3)、生长素(IAA)、脱落酸(ABA)和玉米素(ZR)水平测定。4 种植物内源激素的酶联测定试剂盒购自中国农业大学作物化学控制实验室,测定方法参照其说明。酶联免疫检测仪型号:

MULTISKAN MK3 Thermo。应用 SPSS 软件对根部及叶部不同病级中激素含量进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 RBSDV 侵染玉米后 GA_3 含量的变化

RBSDV 侵染玉米后,根部及叶片均表现为健株中 GA_3 含量显著高于病株。抽穗孕穗期时 0~4 级玉米植株根部 GA_3 含量依次为 21.898, 15.009, 10.556, 5.990, 5.311 ng/g(以鲜质量计)(图 1),随病级的增加, GA_3 含量逐渐减低,病、健株根部 GA_3 含量差异显著($F=5.453$, $P<0.01$);叶片中 GA_3 的含量亦呈现此变化趋势,0~4 级植株叶片中 GA_3 含量依次为 13.162, 5.674, 4.925, 3.364, 3.151 ng/g, 赤霉素含量与玉米粗缩病的病情严重程度呈显著负相关。

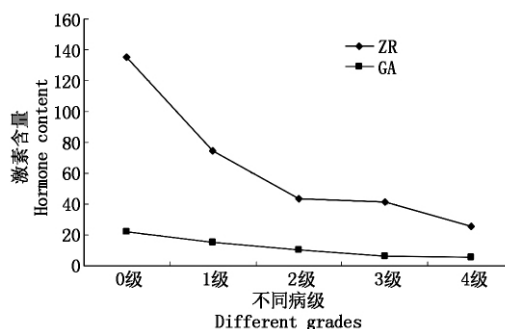


图1 RBSDV 侵染玉米后不同病级玉米植株叶片中 GA_3 、ZR 含量变化

Fig. 1 Changes of GA_3 , ZR contents in leaves in different disease grades

2.2 RBSDV 侵染玉米后 ZR 含量的变化

RBSDV 侵染玉米后,健株叶片中 ZR 的含量高于病株($F=26.927$, $P<0.01$),变化幅度明显(图 1)。田间抽穗孕穗期时,健株叶片中 ZR 含量(以鲜质量计)为 135.077 ng/g,1~4 级病株的 ZR 含量(以鲜质量计)依次为 74.449, 43.424, 41.221, 25.602 ng/g, ZR 含量与玉米粗缩病的病情严重程度呈显著负相关。

2.3 RBSDV 侵染玉米后 IAA 含量的变化

抽穗孕穗期病株中的 IAA 含量(以鲜质量计)低于健株,健株叶片中生长素的含量为 1 811.137 ng/g,1~4 级病株的生长素含量依次为 1 905.645, 1 635.826, 1 443.445, 857.939 ng/g(图 2),但根部 IAA 的含量差异不显著。

2.4 RBSDV 侵染玉米后 ABA 含量的变化

RBSDV 侵染玉米植株后,病株叶片内的脱落酸含量显著高于健株($F=13.906$, $P<0.01$),且随着症状严重度的增加,脱落酸被大量诱导积累,含量增加。抽穗孕穗期时,健株叶片中 ABA 的含量(以鲜

质量计) 为 135.125 ng/g, 1~4 级病株的 ABA 含量依次为 154.621, 188.486, 273.712, 504.974 ng/g (图 2); 根部 ABA 的检测结果同叶部一致: 根部的 ABA 含量均高于健株, 且随着病情加重, ABA 含量增加。在 4 级病株中, 根部 ABA 的含量为 201.158 ng/g, 而健株仅为 88.096 ng/g。

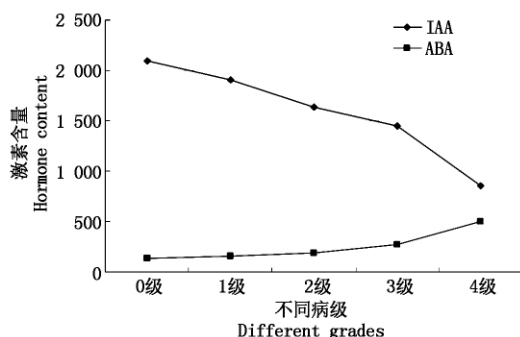


图 2 RBSDV 侵染玉米后不同病级玉米植株叶片中 IAA、ABA 含量变化

Fig. 2 Changes IAA, ABA content in leaves in different disease grades

2.5 RBSDV 胁迫下 IAA/ABA 比值变化

植物生长发育受多种内源激素的调节, IAA/ABA 的比值通常用来表示植物内源激素对生长的作用是促进还是抑制^[16]。RBSDV 侵染玉米后 0~4 级植株中 IAA/ABA 比值分别为 13.40, 12.32, 8.68, 5.27, 1.70, 比值依次降低。

3 讨论

植物病毒与寄主互作对内源激素的影响已有很多相关介绍。Russell 和 Kimmins^[17]报道, 大麦黄矮病毒(Barley yellow dwarf virus, BYDV), 侵染大麦后, 赤霉素含量降低, 导致细胞变短, 植株矮化。Zhu 等^[18]研究表明报道, 水稻矮缩病毒(Rice dwarf virus, RDV) 侵染水稻后, 由于内根-贝壳杉烯氧化酶的表达受到影响, 影响了赤霉素的合成, 使病株的赤霉素含量降低, 导致植株生长迟缓、矮缩^[18]。张海保等^[19]报道, 香蕉受香蕉束顶病毒侵染后, 赤霉素和玉米素类均比健康植株低, 而与衰老有关的脱落酸却明显比健株高。本研究与他人的结果基本一致: RBSDV 侵染玉米后, 植株体内生长促进剂类内源激素 GA₃、ZR 及 IAA 的含量均明显降低, 而 ABA 含量明显升高, 此变化与玉米感染 RBSDV 后出现节间缩短、植株矮化、病株生长缓慢、叶片浓绿、植株逐渐矮缩、死亡等一系列症状明显相关。

赤霉素是一种生长促进剂, 可使植物节间伸长^[20]。RBSDV 侵染玉米后, 0~4 级叶片中赤霉素含量自 13.162 ng/g 下降至 3.151 ng/g, 随玉米粗缩病病级增加而明显降低, 从而导致植株细胞变短, 引

起矮化症状, 此结果与任萍年报道 RBSDV 侵染后玉米植株茎节细胞伸长生长受到抑制^[21]一致。

IAA 能促进 RNA 和蛋白质的合成, 促进细胞的分裂与分化。植物被病原物侵染后, 植株内 IAA 迅速积累并表现出明显的致病作用, 最终出现增生、畸形、落叶等病状^[20]。RBSDV 侵染玉米后, 显症前期及后期, 植株体内 IAA 变化略有不同, 但抽雄孕穗期随玉米粗缩病病情严重程度增加, IAA 含量依次降低, 此结果与前人报道一致^[16]。

脱落酸的积累是植株叶片黄化、停止生长和老化的前兆^[20]。玉米感染 RBSDV 后, 生长缓慢甚至停滞, 0~4 级植株体内 ABA 含量随症状的出现逐渐升高, 由 135.125 ng/g 升高至 504.974 ng/g, ABA 的快速积累加速植株的黄化、老化。

RBSDV 胁迫下 0~4 级病株中 IAA/ABA 比值依次降低, 说明 RBSDV 侵染玉米, 对玉米生长表现出明显的抑制作用, 可能影响了玉米的抗病性及形态发育, 参与或调控了玉米粗缩病症状的形成。

明确玉米粗缩病的典型症状和内源激素种类及水平的变化趋势, 生产上可以尝试使用适宜的外源激素在适宜的时期进行防治。试验证明在玉米拔节期喷施外源 GA₃ 能够诱导病株恢复株高, 但对玉米生殖分化等有无作用还需进一步试验验证。

参考文献:

- [1] 杨满昌, 陈翼祯. 玉米粗缩病毒介体灰飞虱传毒特性的研究[J]. 河北农学报, 1985, 10(4): 28-30.
- [2] Di D P, Miao H Q. Maize rough dwarf and related viruses. Characterization, diagnosis and management of plant viruses [M]//Govind P Rao, Claude Bragard, Bénédicte S M. Grain Crops & Ornamentals. Lebas. Studium Press, Texas, USA, 2008, 4: 111-126.
- [3] 杨本荣, 马巧月. 玉米粗缩病的病毒寄主范围研究[J]. 植物病理学报, 1983, 13(3): 1-8.
- [4] Miao H Q, Lu Y G, Di D P et al. Progress of Research on corn resistant to rough dwarf virus disease [C]//Proceedings of the Annual Meeting of Chinese Society for Plant Protection (2008) Innovation and development of plant protection. Beijing: China Agricultural Sciencetech Press, 2008: 101-107.
- [5] 贾志森, 智建奇, 郑联寿, 等. 玉米种质资源抗病毒鉴定[J]. 山西农业科学, 2008, 36(1): 76-79.
- [6] 薛建兵, 王安乐, 王娟娟, 等. 玉米粗缩病发生规律和综合防治技术研究[J]. 山西农业科学, 2005, 33(2): 49-51.
- [7] 王安乐, 陈朝辉, 王娟娟, 等. 玉米自交系抗粗缩病特征的遗传基础及轮回选择效应研究[J]. 山西农业科

- 学了,1998 26(4):64-67.
- [8] 张晓婷,高飞,张立荣,等.河南省部分地区玉米粗缩病暴发原因分析与防治对策[J].河南农业科学,2011 40(2):100-102.
- [9] 乔奇,张振臣,靳秀兰,等.河南省玉米主要病害及防治对策[J].河南农业科学,2005(1):35-37.
- [10] Goodman R N, Kiraly Z, Wood K R. The Biochemistry and Physiology of Plant Disease[M]. Columbia, MO: University Missouri Press, 1986.
- [11] Fraser, R S S. Biochemistry of Virus Infected Plants [M]. Letchworth, Research Studies Press. Letchworth/John Wiley and Sons, New York, USA, 1987.
- [12] Editor-in-chief of Heitefuss R, Zhu Y G 译. Pathologic Plant Physiology [M]. Beijing: Agricultural Press, 1991: 386-587.
- [13] Xu Z G. General Plant Pathology [M]. Beijing: Agricultural Press, 1997 224-226.
- [14] 邸垫平,苗洪芹,路银贵,等.玉米抗粗缩病接种鉴定方法研究初报[J].河北农业大学学报,2005 3(2):76-78,103.
- [15] 苗洪芹,田兰芝,路银贵,等.简便易行的玉米粗缩病严重度分级标准[J].植物保护,2005 6:87-89.
- [16] 吴建国,王萍,谢荔岩,等.水稻矮缩病毒对3种内源激素含量及代谢相关基因转录水平的影响[J].植物保护学报,2010 40(2):151-158.
- [17] Rusell S L, Kimmins W C. Growth regulators and the effect of BYDV on barley (*Hordeum vulgare* L) [J]. Ann Bot, 1971 35: 1037-1043.
- [18] Zhu S F, Gao F, Cao X S et al. The rice dwarf virus P₂ protein interacts with ent-Kaurene oxidases in vivo, Leading to reduced biosynthesis of gibberellins and rice dwarf symptoms [J]. Plant Physiol, 2005 139(4):1935-1945.
- [19] 张海保,朱西儒,刘鸿先.香蕉束顶病毒(BBTV)侵染对寄主内源激素的影响[J].植物病理学报,1997 27(1):79-83.
- [20] 任萍,苗洪芹,曹克强.植物病毒与植物激素的相互作用关系[J].河北农业科学,2009 13(3):25-29.
- [21] 任萍,陈丹,曹克强,等.感染水稻黑条矮缩病毒的玉米组织细胞的变化[J].河北农业大学学报,2009 32(6):89-91.

欢迎订阅 2012 年《内蒙古农业科技》

《内蒙古农业科技》是内蒙古农业科学院和内蒙古农学会主办的农业综合性期刊。该刊创刊于 1973 年,自 1997 年以来,先后被评为内蒙古自治区优秀科技期刊,华北地区优秀期刊,内蒙古自治区十佳期刊(首届“内蒙古期刊奖”),获内蒙古自治区科技情报成果一等奖,2001 年经国家科技部组织评选,本刊入选《“中国期刊方阵”双效期刊》。1995 年全文入编《中国学术期刊(光盘版)》、《中国期刊网》,同时也是全国农业新技术、名优新产品推广协作网(农业部)和全国农业新技术新产品传播网(中国农业大学)成员单位。辟有专页信息发布栏。

本刊面向全国,体现内蒙古自治区农业特色,主要报道农业科技成果、学术论文、研究报告、调查报告、农业综述、丰产经验、先进技术、现代农业科技知识和国内外科技新动态、新成果等。适合农业科技工作者、农业院校师生、农业管理人员、农技推广人员、农村科技骨干阅读。欢迎订阅,欢迎投稿。

本刊为双月刊,大 16 开,134 页,国内外公开发行,每期定价 15.00 元,全年 90.00 元。邮发代号 16-70,请到当地邮局订阅。如漏订,可通过邮局汇款补订。

地址:呼和浩特市内蒙古农牧业科学院《内蒙古农业科技》编辑部

邮编:010031 电话:0471-5900622 5297032

网址: <http://NMGN.chinajournal.net.cn>

E-mail: NMGN@chinajournal.net.cn