

植物免疫诱抗剂研究进展 I

——诱抗剂种类及机制研究

阮松林 肖文斐 忻雅 裘劭人 柴伟国

(杭州市农业科学研究院生物技术研究所 浙江 杭州 310024)

摘要 植物免疫诱抗剂也叫植物疫苗,主要通过激发植物自身的免疫抗性,使其产生抗菌物质,从而达到抑制病原菌目的。这种免疫具有预防性、系统性、稳定性、相对性、安全性等一系列优点,可以解决化学防治带来的病原菌抗药性、环境污染和对人畜副作用等问题,实现农产品无害化生产。本文主要介绍植物免疫概念提出、诱抗剂种类和免疫诱导机制等方面情形,并对植物免疫诱抗剂机制研究进行了讨论与展望。

关键词 植物免疫;诱抗剂种类;诱导机制

植物免疫诱抗剂又称植物疫苗,是继人疫苗、动物疫苗后,疫苗工程技术的新领域,是科学家在揭示植物—病虫害—生物农药三者关系理论上科学控制病虫害的新实践^[1]。免疫诱抗剂具有防病、增产、改善品质等功效,其在激活植物体内分子免疫系统,提高植物抗病性的同时,还激发植物体内的一系列代谢调控系统,具有促进植物根茎叶生长和叶绿素含量提高,提高作物产量的作用。对人畜无害、不污染环境。现为国际上生物农药创制较为热门的研究方向。免疫诱抗剂主要通过激发植物自身的抗病性,使其产生抗菌物质,从而达到抑制病原菌目的。植物天然免疫具有预防性、系统性、稳定性、相对性、安全性等一系列优点,可以解决化学防治存在病原菌抗药性、环境污染和对人畜副作用

问题,实现农产品无害化生产。利用植物天然免疫系统防治病虫害,从源头上减少农药对环境和农产品的污染,更符合当今食品安全和农业可持续发展。

1 植物免疫概念提出

上世纪 50~60 年代,“植物免疫”这一概念开始被学者提出,即在外界因素作用下,植物产生诱导抗性,从而抵抗病原菌入侵,使植物免遭病害或减轻病害。进一步研究发现真菌、细菌和病毒均能诱导植物产生免疫力。2002 年《自然》杂志中报道了植物本身存在有效的保护机制,可帮助植物抵抗细菌及霉菌的侵染^[2]。美国麻萨诸赛州总医院分子生物部 Sheen 等发现了能使植物对致病菌产生抗性的途径^[3]。2006 年美国科学家 Jones 等在《自

基金项目 杭州市重大科技创新项目(20131812A02)

作者简介 阮松林(1969-) 浙江上虞人,博士,研究员,主要研究方向为植物功能蛋白质组学。

Tel 0571-87093826 E-mail ruansl1@hotmail.com

然》上提出了植物免疫系统的概念^[4]。2007年德国科学家 Shen 等在《科学》发表文章指出:自然界中的植物具有特殊的可以识别细菌、病毒和霉菌等微生物入侵的免疫传感器^[5]。同年,美国康奈尔大学植物研究所 Park 等确定了植物免疫响应过程中的一个关键信号——水杨酸甲酯(methyl salicylate)^[6]。2009年在《自然》和《科学》杂志上报道了Ca²⁺/calmodulin和Ca²⁺感受器蛋白激酶参与植物免疫信号调节过程^[7-8]。

2 免疫诱抗剂种类

目前诱抗剂可分为非生物来源和生物来源两大类。非生物来源的诱抗剂包括无机盐、有机酸、寡糖类、寡核苷酸、小分子多肽和免疫蛋白等。生物来源的诱抗剂除了有源自植物的寡聚半乳糖和源自细菌的过敏素(harpin)外,还包括病毒衣壳蛋白、糖蛋白类等诱抗剂。有些生物源激发子是无毒基因的产物,因此是专化性的,大部分激发子是非专化性的。病原微生物作为激发子可以是活体菌、菌体培养滤液、菌体匀浆或菌体细胞提取液等,主要是非致病性或弱致病性病菌。研究发现可可丛枝病原菌 *Crinipellis perniciosa* 菌丝体的水溶液可激活番茄对疮痂病的抗性,诱导体内过氧化物酶、多酚氧化酶、几丁质酶的积累和木质素的沉积。黄青霉 *Penicillium chrysogenum* 的提取物可以作为诱导因子,诱导拟南芥对霜霉病、灰霉病、黑斑病和细菌性斑点病的抗性。木霉菌是最重要的生防菌之一。木霉除直接对其它病原真菌的作用,还直接与植物的相互作用,诱导植物产生对病原菌的抗性。植物源提取物作为激发子也能很好诱导寄主产生系统抗性,如大蒜、洋葱、花椒、大黄等可以诱导马铃薯抗晚疫病。前胡、白芷的水提取液可诱导水稻对稻瘟病的抗性,及小麦对赤霉病的抗性。青蒿、独活可诱导西瓜抗花叶病。寡糖也可作为激发子诱导植物产生抗性。

3 植物免疫诱导机制

植物免疫可分为自主免疫和诱导免疫。自主免疫主要指由植物基因及其代谢产物对某些病原物的杀灭或抑制作用,如抗性基因及所产生的抗性物质等防御病原微生物的入侵能力。诱导免疫主要是指由于外源生物或分子通过诱导或启动植物所产生的抗性物质对某些病原物的抗性或抑制病菌的生长。

诱抗剂能够引起植物富含羟脯氨酸糖蛋白(hydroxyproline-rich glycoprotein, HRGP)的变化,导致木质素在细胞壁沉积,使植物形成物理防御机制。接着引发内源水杨酸(salicylic acid, SA)的累积,形成氧化激增,使植物局部细胞程序化死亡而产生过敏反应(hypersensitive reaction, HR)。当诱抗剂(或激发子)与植物接触后,有的通过叶表进入植物体内,如病毒衣壳蛋白和脱落酸等,有的则通过细胞表面的膜蛋白(如激活蛋白、过敏蛋白)起作用,还有的(如寡糖等)则通过气孔或水孔而作用于植物组织。这些物质通过信号传导诱导植物产生乙烯、水杨酸、吲哚乙酸、茉莉酸(jasmonic acid, JA)、植保素和病程相关蛋白等来提高植物抵御病原菌的能力。诱抗剂对植物所产生的抗病信号经内源信号传导物质水杨酸(SA)、茉莉酸(jasmonic acid, JA)、乙烯(ethylene, Et)和一氧化氮(NO)而传导到整个植株,经过一系列抗病相关基因的调控和表达引起寄主防御酶系如苯丙氨酸解氨酶(phenylalanine ammonia lyase, PAL)、 β -1,3-葡聚糖酶(β -1,3-glucanase)、几丁质酶(chitinase)、过氧化物酶(peroxidase, POD)等抗病物质如木质素与植保素等的变化,以及病程相关蛋白(pathogenesis related proteins, PRP)的调控与表达,来抵抗病原菌的侵入和发展,减轻和防止病害的发生。

许多研究表明不同类型的激发子混用可具有协同增效的作用,能够提高植物抗病能力。Davis 等

发现葡聚七糖与内源多聚半乳糖醛酸裂解酶、十聚半乳糖醛酸、醋酸钠、甲酸钠和丙酸钠混用,具有协同增效作用。葡聚七糖与内源多聚半乳糖醛酸裂解酶、十聚半乳糖醛酸混用时诱导活性比单独诱导时的诱导活性之和提高 35 倍^[9]。β-氨基丁酸(BABA)与促进植物生长的根瘤菌(PGPR)混用具有互作增效作用^[10]。孙艳秋等发现人工合成的植物诱抗剂葡聚六糖与人工发酵的真菌多糖和果胶多糖的混合物可诱导黄瓜、番茄抗病性的增加,且混合糖的防效要好于各单剂处理^[11]。Yamaguchi 研究发现两种寡糖激发子 N-乙酰壳聚七糖和葡聚五糖混用,可以提高抗病能力,体内抗菌物质稻壳酮的含量是单独激发子诱导的 5.5 倍。通过同位素标记的 N-乙酰壳聚七糖与水稻细胞质膜受体的亲和抑制试验发现两个激发子具有两个不同的受体^[12]。

4 展望

化学农药大多以病原菌为靶标,能快速全面杀死靶标为防治目标,却忽视了寄主植物本身对这些外来病原生物的抵抗能力。而植物诱导免疫抗性,更关注植物的生长规律及其自身对病害发生的潜在控制能力,通过提高植物自身的抗病水平,减少对化学农药的防病依赖,可从根本上减少农药的过度使用对环境和农产品带来的污染。邱德文认为阐明植物免疫诱抗剂提高作物抗病性的激活机制是制定农作物病害防控策略的核心科学问题。构建我国植物免疫诱抗剂挖掘与功能评价的技术体系,明确植物免疫诱抗剂作用靶标、受体识别及关键激活位点,阐明提高农作物抗病性的激活机制是植物免疫诱抗剂农药设计的分子基础^[13]。因此,植物免疫诱抗剂农药将有望成为具有巨大发展前景的新型战略产业。

参考文献:

[1] 贾秀领,张经廷,马贞玉,等.植物免疫诱抗剂“阿泰灵”为

作物生长保驾护航[J].现代农村科技,2016(15):25

- [2] Asai T., Tena G., Plonikova J. et al. MAP kinase signaling cascade in Arabidopsis innate immunity [J]. Nature, 2002, 415: 977-983.
- [3] Sheen J. Researchers discover mechanism of plant resistance to pathogens [EB/OL]. <http://www.nsf.gov/od/lpa/news/02/pr0215.htm> 2002.
- [4] Jones J.D., Dangl J.L. The plant immune system[J]. Nature, 2006, 444: 323-329.
- [5] Shen Q.H., Saijo Y., Mauch S. et al. Nuclear activity of MLA immune receptors links isolate-specific and basal disease resistance responses [J]. Science, 2007, 315(5815): 1098-1103.
- [6] Park S.W., Kaimoyo E., Kumar D. et al. Methyl salicylate is a critical mobile signal for plant systemic acquired resistance [J]. Science, 2007, 318(5847): 113-116.
- [7] Du L., Ali G.S., Kayla A.S. et al. Ca²⁺/calmodulin regulates salicylic-acid-mediated plant immunity [J]. Nature, 2009, 457: 1154-1158.
- [8] Boiler T., He S., Hines P.J. et al. Innate immunity in plants: an arms race between pattern recognition receptors in plants and effectors in microbial pathogens. [J]. Science, 2009, 324(5928): 742-744.
- [9] Davis K.R., Darvill A.G., Albersheim P. Several biotic and abiotic elicitors act synergistically in the induction of phytoalexin accumulation in soybean. Plant Molecular Biology, 1986, 6: 23-32.
- [10] Zhang S., Reddy M.S., Kokalis B.N. et al. Lack of induced systemic resistance in peanut to late leaf spot disease by plant growth-promoting rhizobacteria and chemical elicitors. Plant Disease, 2001, 85: 879-884.
- [11] 孙艳秋,李宝聚,陈捷.寡聚糖与多糖混合诱导蔬菜抗病性的研究.农药,2005,44(2):63-65.
- [12] Yamaguchi T., Maehara Y., Kodama O. et al. Two purified oligosaccharide elicitors, N-acetylchitoheptose and tetraglucosyl glucitol derived from Magnaporthe grisea cell walls synergistically activate biosynthesis of phytoalexin in suspension-cultured rice cells. Journal of Plant Physiology, 2002, 159: 1147-114.
- [13] 邱德文.植物免疫诱抗剂的研究进展与应用前景[J].中国农业科技导报,2014,16(1):39-45