

植物抗病激活剂的研究与开发

赵平, 严秋旭, 李新

(沈阳化工研究院有限公司, 沈阳 110021)

摘要: 植物抗病激活剂是目前农药研究的新方向, 综述了国内外已报道植物抗病激活品种及我国植物抗病激活剂的研究开发现状。

关键词: 植物抗病激活剂; 品种; 研究开发

中图分类号: TQ455 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-6485(2012)05-0029-05

植物受病原物诱导会产生系统的抗病性能, 称为系统获得性抗性(systemic acquired resistance), 简称SAR^[1-2]。利用植物诱导抗病性被认为是植物保护的新技术和新途径。本文就植物抗病激活剂的特点和国内外研究开发情况做一简要介绍。

1 国内外报道的植物抗病激活剂

1.1 苯并噻二唑

苯并噻二唑(benzothiadiazole, BTH)化学名称为苯并[1,2,3]噻二唑-7-羧酸甲酯, 是商品化最成功的植物抗病激活剂, 可诱导植物对细菌、真菌和病毒等产生广谱的抗性。它的开发, 首先提出了抗病激活的理念。该剂为原汽巴-嘉基公司在开发磺酰脲类除草剂时发现该物质能激发植物产生 SAR, 随后由诺华公司(现先正达公司)实施商品化成功^[3-4]。

BTH 在离体条件下对晚疫病菌、交链孢菌和黑粉菌等无任何杀菌活性, 但却能诱导水稻、小麦和烟草等多种植物的内部免疫机制, 对霜霉病菌、晚疫病菌、稻瘟病菌等病原菌起到产生广谱系统防治作用, 是一种植物防卫机制的化学激活剂。构效关系的研究发现, BTH 中噻二唑部分是发挥抗病激活活性所必需的^[5]。

1999年诺华公司开发的抗性诱导剂Bion, 为苯并噻二唑类的衍生物, 能诱导多种植物产生对真菌、细菌和病毒等病害的系统获得抗病性。不同浓度的BION体外抑菌试验表明: BION对小麦叶锈菌没有明显的抑制作用, 不具有直接杀菌或抑菌作用, 但能使小麦产生对病原菌的抗性。用BION喷雾处理并在4 d后接种叶锈菌, 小麦其体内的超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、多酚氧化酶(PPO)、 β -1,3-葡聚糖酶、几丁质酶的活性均高于未诱导小麦品种^[6-8]。

国外有报道 BTH 对马铃薯、花椰菜、番茄和大豆等作物的多种病害都有较好的诱抗效果^[9-12]。李玉红等^[13]报道 BTH 处理可系统性增强几丁质酶和 β -1,3-葡聚糖酶活性, 且与黄瓜对霜霉病的诱导抗性密切相关。王晨芳^[14]试验表明经 BTH 处理对于诱导黄瓜对炭疽病的抗性具有良好效果, 诱导效果达 84.94%。于凌春等^[15]的研究结果表明喷施 100 mg/kg 的 BTH 溶液对黄瓜蔓枯病菌有很好的抑制作用。王文娟等^[16]报道了 BTH 可诱导苹果抗斑点落叶病。

1.2 烯丙苯噻唑

烯丙苯噻唑(probenazole), 化学名称为 3-烯丙氧基-1,2-苯并异噻唑-1,1-二氧化物, 是作为防治水稻稻瘟病药剂开发的, 并对水稻白叶枯、细菌性颖枯病、斑点病和白菜软腐病均有活性^[17]。此类化合物的离体杀菌活性非常弱。

在植物体内它能诱导植物产生一些具有杀菌活性的不饱和脂肪酸、病程相关蛋白的积累及提高与抗病性有关的一些酶的活性^[18]。被烯丙基异噻唑处理过的水稻, 对于外界真菌的侵染相对于没有处理过的水稻表现出很高的防卫反应。在稻株上, α -萘乙酸(NAA)能减轻稻瘟病的发生, 且对烯丙苯噻唑有增效作用, 而脱落酸(ABA)则加重病害的发生, 对烯丙苯噻唑有拮抗作用。烯丙苯噻唑处理的水稻在接种稻瘟病菌 48 h 内, 水稻叶片中 NAA 含量能迅速升高, 而 ABA 变化幅度较小。这些结果表明, 生长素可能参与烯丙苯噻唑诱导水稻对稻瘟病的抗性反应^[19]。

1.3 壳聚糖

自 20 世纪 60 年代以来, 寡糖作为植物免疫激活因子越来越受到人们的重视。寡糖对植物主要是诱导抗性, 促使植物 POD、SOD 和苯丙氨酸解氨酶

(PAL)活性大大提高,又促进植物合成植保素,激发植物木质素的合成和积累,提高作物抗病性,同时又促进植物生长^[20]。

在国际范围内以壳聚糖为有效成分的植保产品多种多样,在国内中科院大连化物所在产品研发与市场开发方面做了很多的工作。目前市场上有影响的产品主要为 0.5%氨基寡糖素 OS(oligosaccharin, 施特灵)。氨基寡糖素易被植物通过气孔吸收,在体内产生大量脱乙酰几丁质酶。由于脱乙酰几丁酶的活性很强,可以激发微组织产生与生长相应的内源激素和防御体系酶,解除部分闭锁因子和增强植物体的免疫机制,从而促进植物生长,提高抗逆性。

国内研究者发现氨基寡糖对小麦白粉病、苹果花叶病、西瓜病毒病、枯萎病和辣椒疫病等多种病害均有较好的防效^[21-22]。余清等^[23]用氨基寡糖素对烟草病毒病进行防治试验,结果表明:氨基寡糖素能有效促进烟株生长发育,对烟草病毒病有明显的防治作用,特别对黄瓜花叶病毒防效更佳。

另外,徐作珽等^[24]研究表明,0.5%氨基寡糖素 OS 处理西瓜幼苗可诱导西瓜抗枯萎病;也有研究表明 2.0%氨基寡糖素防治辣椒疫病效果达到 69% 以上。

王海鸿等^[25]报道 0.5%氨基寡糖素 OS 对灰霉菌没有直接抑制作用,但对黄瓜灰霉病有较好的防治效果。其作用机理是通过促进植株产生诱导抗性,达到防病效果,且对黄瓜安全,并有促进黄瓜幼苗生长作用。

1.4 植物蛋白激发子

1.4.1 过敏蛋白

过敏蛋白(Harpin)是由解淀粉欧文氏菌(*Erwinia amylovora*)产生的一种引起植物过敏反应的蛋白质。其由 300~400 个氨基酸组成,分子量约为 40 kD。它可诱导植物体内一系列基因的表达,诱导植物自身的生长和防卫系统,从而抵御多种病害的侵染并具有促生增产等功效^[26]。该蛋白作用机理是与植物表面的特殊受体结合,产生植物防御信号,激发植物产生多种防卫反应。Harpin 能诱导多种植物产生过敏性反应(HR),Harpin 蛋白既能诱导非寄主植物产生过敏反应,其本身又是寄主的一种致病因子。

李汝刚等^[27]进行了 Harpin 蛋白基因的克隆、序列分析及过敏反应,为植物抗真菌病害遗传工程开辟了一条新途径。王转花等^[28-29]以产于我国云南的苦荞种子为材料,分离纯化出天然蛋白 TBa

(Tartarybuckwheat allergen),通过免疫检测证明该蛋白为苦荞中的主要过敏蛋白。进而,他们运用基因克隆技术获得苦荞 TBa 的结构基因序列,并实现了其在原核细胞中的高效表达。

2001 年,美国 Cornell 大学和 EDEN 生物科技公司基于过敏蛋白的研究,共同开发和研制成功了具有抗病防虫功能的微生物蛋白农药 Messenger。该剂对多种病虫害防治效果达 50%~80%,增产效果 10%~20%。目前该产品已经在我国国内多种作物上取得登记,商品名称康壮素^[30]。

1.4.2 隐地蛋白

隐地蛋白(cryptogein)是一种由隐地疫霉分泌的蛋白类激发子。其等电点(pI)为 9.8,由 98 个氨基酸组成,在培养液中很丰富。隐地蛋白在极低浓度下能诱导烟草产生 HR,使植株获得 SAR,同时产生防卫反应的物质如乙烯、植物保护素和 PR 蛋白等^[31]。

谢丙炎等^[32]研究了苎麻疫霉诱抗激发蛋白的理化特性、功能及结构,发现该蛋白可诱导辣椒产生抗病活性。研究证明,激发素类是通过水杨酸介导抗病信号途径,激发植物获得对真菌和细菌等病原物的系统抗性(SAR),同时产生活性氧自由基、脂过氧化物、植保素(PA)及病程相关蛋白等防御反应相关物质^[33]。

蒋冬花等^[34-36]从隐地疫霉(*Phytophthora cryptogea*)中克隆 cryptogein 蛋白激发子基因,选用苯丙氨酸解氨酶基因(PAL)的启动子,通过融合烟草病程相关蛋白 PR1b 的信号肽,并克隆到植物表达载体 CHF3 中,获得植物双元表达载体 CHF3-PAL-PR1b-Cry。随后,将此载体转入根癌农杆菌(*Agrobacterium tumefaciens*)EHA105 中,即可诱导烟草产生 HR 和 SAR,能显著提高植物抗病性(烟草黑胫病、烟草赤星病和烟草野火病)、增强耐盐性和促进植株的生长。

1.4.3 激活蛋白

激活蛋白是从多种真菌中筛选、分离、纯化获得的一类新型蛋白质,相关核心技术已获得 1 项发明专利,公开 2 项专利^[37]。

研究已证明,从交链孢菌和稻瘟菌分离的激活蛋白的氨基酸和核酸序列均不同于过敏蛋白和隐地蛋白,是一类新型的蛋白激发子。通过酵母双杂交技术,研究了激活蛋白与植物的作用关系,初步认为激活蛋白可能通过与植物表面受体的互作,诱导植物的信号传导,引起植物体内一系列代谢反应,

激活植物自身免疫系统和生长系统, 从而对病虫害产生抗性, 促进植物生长, 提高作物产量^[38]。

李丽^[39]通过植物激活蛋白抑菌试验结果表明: 植物激活蛋白没有直接杀菌的作用, 但能诱导番茄抗番茄灰霉病的防治效果达71.30%。

陈梅^[40]报道植物激活蛋白对烟草花叶病毒(TMV)有较高的防治效果。植物激活蛋白预防系统寄主抗TMV效果达67.27%, 治疗效果达66.73%; 对离体叶片的枯斑抑制率达40.23%, 并且抑制枯斑的扩展, 抑制率达30.39%。烟草经植物激活蛋白处理后再接种TMV, 枯斑中TMV外壳蛋白含量减少22.75%; 叶片中外壳蛋白含量减少25%, TMV中RNA含量减少28%。

苏朝安等^[41]研究表明植物激活蛋白能显著提高白术对病害的抗性, 700~1 300 倍液植物激活蛋白喷施白术叶面, 隔 30 d 喷 1 次, 对白术根腐病和斑枯病的诱抗效果分别达 53.9%~81.2%和 39.7%~63.3%。

1.5 表油菜素内酯

表油菜素内酯(epi-brassinosteroid, EBR)是极具生理活性的油菜素甾醇类化合物。油菜素甾醇类化合物在植物界中分布很广泛, 在被子植物、裸子植物甚至藻类的茎、叶、花和种子等器官中都有发现。目前, 已从自然界中分离和人工合成了逾 60 种油菜素甾醇类化合物^[42]。

有研究报道^[43]西葫芦植株接种黄瓜花叶病毒(CMV)后, 在 4 d 左右开始出现类似于过敏反应症状, 经 EBR 处理的植株其症状表现早于未处理的植株。EBR 在短时间内促使西葫芦叶片大量累积 H₂O₂, 含量明显高于对照。由此可见 EBR 处理在早期主要通过降低植株体内过氧化氢降解酶——抗坏血酸过氧化物酶(APX)、POD 和过氧化氢酶(CAT)的活性而使过氧化氢保持一个较高水平。经 EBR 处理的植株体内丙二醛含量没有因喷施 EBR 而提高, 其含量甚至低于对照水平。EBR 处理降低了 CMV 对西葫芦植株的侵染水平, 病株率和病情指数相对于只接种 CMV 处理植株均有所下降, 相对平均防治效果达到 38.8%。同时喷施 EBR 能明显降低西葫芦叶片中病毒含量, 提高了西葫芦对 CMV 的抗性。

1.6 草酸

郑光宇等^[44]以草酸处理对西瓜花叶病毒 2 号(WMV-2)敏感的甜瓜品种网纹香。草酸的诱导可以显著提高该品种甜瓜对西瓜花叶病毒 2 号的系统抗性。草酸处理植株的感病症状显著轻于对照植株,

病毒含量仅为对照植株的 4%。草酸处理植株的过氧化物酶活力为对照植株的 6 倍, 并且诱导出 3 种新的过氧化物酶同工酶, 甜瓜植株内木质素的含量亦提高了 82.9%。证明了草酸在诱导甜瓜过氧化物酶的同时, 诱导了甜瓜对 WMV-2 的系统抗性。

张宗申等^[45]进一步证明草酸是一种有效的非生物诱抗剂, 它能显著提高黄瓜对炭疽病的系统抗性, 并研究了草酸对黄瓜叶片中与抗病有关的过氧化物酶(POD)的系统诱导作用及其内在机理。

2 我国植物抗病激活剂的研究现状

目前, 南开大学、华东理工大学和中国农业大学等均已开展了植物抗病激活剂的研究工作。2003 年南开大学范志金教授从基础研究出发, 建立了完整的植物激活剂筛选和生物活性评价体系并开始了系统创制研究。同时, 也验证了现有植物激活剂 BTH 和 TDL 的生物活性^[46-49]。

华东理工大学在研究开发苯并噻二唑类新化合物过程中, 发现已报道的部分苯并噻二唑衍生物不仅可作为细胞诱导剂, 而且具有良好的抗病激活活性^[50]。2010 年发明了一种新型诱导抗病激活剂苯并-1,2,3-噻二唑-7-甲酸三氟乙酯。该诱导抗病激活剂对园艺作物土传病害具有明显的诱导抗病效果, 诱导抗病谱广, 并通过该诱抗剂浸种、苗期及生长期的叶面均匀喷湿诱导, 使诱抗效果在 60%~100%之间, 持效性可长达 60 d^[51]。

3 小 结

与国外相比, 我国植物抗病激活剂的创制工作才刚刚起步, 对植物抗病激活剂的概念认识尚不深入, 尤其是对植物抗病激活剂抗病效果滞后性的理解不够。许多研究往往在离体试验不表现活性的情况下, 按常规试验方法在活体条件下观测到较好的生物活性, 就判断一个化合物具有诱导抗病活性。由于国内仍缺乏科学合理的植物抗病激活剂生物活性筛选和评价体系, 故对同样化合物诱导活性报道结果相差悬殊。植物抗病激活剂有其自身的特点, 传统杀菌剂的筛选方法不适合此类研究, 其生物活性筛选体系、生测活性评价方法、田间药效试验技术、混用及评测方法均需研究和完善。

在基础研究方面, 研究并建立符合我国农作物生产实际的植物抗逆化学诱导调控生产技术体系, 对植物系统抗性的形成机制进行透彻了解, 特别是

在该过程中各种抗逆化学信号物质的种类、性质和作用的深入研究,为植物抗逆化学诱导技术提供坚实的理论基础。

随着对植物抗病机理的深入研究和新的生物技术手段的应用,更多的植物诱抗剂将被开发出来。今后植物诱抗剂要解决的主要问题是它的使用效率以及药效的持久性,生产成本的降低也是植物诱抗剂能够被广泛使用的关键。而新型诱导剂的开发,必将为植物保护和植物病害治理开辟一个崭新的领域。

参 考 文 献

- [1] BALDWIN L T, PRESTON C A. The Eco-physiological complexity of plant responses to insect herbivores[J]. *Planta*, 1999, 2(8): 137-145.
- [2] 鲍丽丽, 刘凤丽, 范志金. 具有植物诱导抗病活性的先导化合物及其结构修饰[J]. *农药学报*, 2005, 7(3): 201-209.
- [3] 范志金, 刘秀峰, 刘凤丽, 等. 植物抗病激活剂诱导植物抗病性的研究进展[J]. *植物保护学报*, 2005, 32(1): 87-92.
- [4] 范志金, 刘秀峰, 艾应伟, 等. 植物激活剂苯并噻二唑(BTH)[J]. *四川师范大学学报(自然科学版)*, 2004, 27(4): 410-413.
- [5] KUNZ W, SCHRUTER R, MAETZKE T. The chemistry of benzothiadiazole plant activators[J]. *Pestic Sci*, 1997, 50: 275-282.
- [6] 陈荣丽, 陈万权, 陈广艳. BION 诱导小麦幼苗抗叶锈病防御酶活性的研究[J]. *西南农业学报*, 2011(1): 127-130.
- [7] 陈荣丽. BION 对小麦抗叶锈病性的诱导及生化机制研究[D]. 成都: 四川农业大学, 2005.
- [8] 陈荣丽, 刘太因, 黄云, 等. BION 诱导小麦幼苗抗叶锈病研究[J]. *植物保护学报*, 2006, 33(2): 12-16.
- [9] ISHII H, TOMITA Y, HORIO T, *et al.* Induced resistance of acibenzolar-s-methyl (cga 245704) to cucumber and Japanese pear diseases[J]. *European Journal of Plant Pathology*, 1999, 105: 77-85
- [10] TOALE S, JONES P W. Induction of systemic resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* by oxalic acid in oilseed rape[J]. *Plant Pathology*, 1999, 48: 759-767.
- [11] DOUBRAVA N S, DEAN R A, KUC J. Induction of systemic resistance to anthracnose caused by oxalate and extracts from spinach and rhubarb leaves[J]. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 1988, 33: 69-79.
- [12] REUVENI M, AGAPOV V, REUVEN R. A foliar spray of micronutrient solutions induces local and systemic protection against powdery mildew in cucumber plants[J]. *European Journal of Plant Pathology*, 1997, 103: 581-588.
- [13] 李玉红, 程智慧, 陈鹏, 等. 苯并噻二唑(BTH)诱导黄瓜幼苗对霜霉病抗性的研究[J]. *园艺学报*, 2006, 33(2): 278-282.
- [14] 王晨芳. BTH 诱导黄瓜对黄瓜炭疽病的抗病性表现[J]. *中国农学通报*, 2005, 21(5): 337-338, 347.
- [15] 于凌春, 张乃琴. 苯并噻二唑(BTH)诱导黄瓜抗蔓枯病的研究[J]. *江西农业学报*, 2006, 18(3): 119-121.
- [16] 王文娟. 苯并噻二唑诱导苹果抗斑点落叶病研究[D]. 北京: 北京大学, 2008.
- [17] 王文娟, 赵建庄. 两种植物激活剂在果树上的应用前景[J]. *北京农学院学报*, 2007, 22(增刊 2): 130-131.
- [18] 刘文文. 水稻经烯丙异噻唑诱导后抗病相关蛋白的研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2008.
- [19] 马忠华, 周明国, 叶钟音, 等. 烯丙异噻唑对水稻叶片中NAA、ABA含量的影响与稻瘟病抗性的关系[J]. *植物保护学报*, 1999, 26(3): 235-239.
- [20] 佚名. 氨基寡糖素——新型生物农药[J]. *农药市场信息*, 2011(13): 37.
- [21] 刘亚君, 迟胜起, 张克勤, 等. 几丁质寡糖素诱导小麦抗白粉病作用的研究[J]. *植物保护*, 2001, 57(5): 1-3.
- [22] 苏小记, 王亚红, 贾丽娜, 等. 氨基寡糖素对辣椒病害的控制作用研究[J]. *中国农学通报*, 2004(2): 197-199.
- [23] 余清, 刘勇, 莫笑晗. 氨基寡糖素在烟草上的应用[J]. *中国生物防治*, 2002(3): 33-36.
- [24] 徐作珽, 李林, 李长松, 等. 氨基寡糖素诱导西瓜抗枯萎病研究[J]. *北方园艺*, 2003(1): 46-47.
- [25] 王海鸿, 李丽明, 纪明山. 0.5% OS-施特灵对黄瓜灰霉病的防效初报[J]. *植物保护*, 2001, 27(6): 34-36.
- [26] 孙义军, 黄乐, 何群, 等. 蛋白激酶子研究进展[J]. *广东化工*, 2010, 37(11): 81-83.
- [27] 李汝刚, 范云六. 表达 Harpin 蛋白的转基因马铃薯降低晚疫病斑生长率[J]. *中国科学: C 辑生命科学*, 1999, 29(1): 56-61.
- [28] 赵小珍, 张政, 王转花, 等. 苦荞麦主要过敏蛋白 N 端基因片段的克隆及序列分析[J]. *食品科学*, 2006, 27(10): 41-44.
- [29] 李玉英, 张政, 王转花, 等. TB 过敏蛋白对小鼠体内几种酶活性的影响[J]. *山西大学学报*, 2007, 30(1): 95-97.
- [30] 柴一秋, 陈祝安, 刘又高, 等. 新型生物农药 Messenger 的田间药效试验[C]//中国农学会. 中国青年农业科学学术年报, 2002.
- [31] 蒋冬花, 郭泽建, 陈旭君, 等. 激发子隐地蛋白基因介导的烟草抗病性研究[J]. *农业生物技术学报*, 2003, 11(3): 299-304.
- [32] 谢丙炎, 朱国仁, 罗宽, 等. 苎麻疫霉激发蛋白基因断裂现象初探[J]. *菌物系统*, 1999, 18(2): 154-158.
- [33] DONG H, DELANEY T P, BAUER D W, *et al.* Harpin induces disease resistance in Arabidopsis through the systemic acquired resistance pathway mediated by salicylic acid and the NIMI gene[J]. *The Plant Journal*, 1999, 20(2): 207-215.
- [34] 蒋冬花, 孔世海, 郭泽建. 激发子隐地蛋白(cryptogein)基因的克隆及其植物表达载体的构建[J]. *浙江大学学报*, 2002, 28(6): 649-654.
- [35] 蒋冬花, 陈旭君, 吴坤陆, 等. 表达 Cryptogein 基因的烟草抗病性

- 和耐盐性增强[J]. 科学通报, 2004, 49(6): 570-575.
- [36] 蒋冬花, 郭泽建. 转隐地蛋白基因烟草的抗病性及遗传分析[J]. 植物病理学报, 2003, 33(3): 237-242.
- [37] 邱德文. 植物用多功能真菌蛋白质: CN, ZL 01128666. 0[P]. 2004-03-07.
- [38] 王全永, 黄世文, 王玲. 我国植物激活蛋白诱导的生物化学活性研究进展及应用[J]. 植物保护, 2007, 33(4): 21-24.
- [39] 李丽. 植物激活蛋白的纯化及其抗病作用机理初探[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2005.
- [40] 陈梅. 植物激活蛋白对烟草花叶病毒(TMV)的生物活性及作用机理初探[D]. 河北农业大学, 2005.
- [41] 苏朝安, 吴全聪, 杨秀芬, 等. 植物激活蛋白对白木根腐病和斑枯病的诱抗效果及其对产量的影响[J]. 浙江农业学报 2007, 19(4): 302-305.
- [42] 陶媛. 表油菜素内酯提高西葫芦病毒病抗性的生理机制研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2005.
- [43] 罗庆熙, 喻乐辉. 油菜素内酯对西葫芦幼苗生长发育的影响[J]. 长江蔬菜, 1992(6): 26-27.
- [44] 郑光宇, 赵荣乐, 彭旭. 草酸可诱导甜瓜对 WMV-2 的系统抗性[J]. 科学通报, 1999, 44(10): 53-56.
- [45] 张宗中, 彭新湘, 姜子德. 非生物诱抗剂草酸对黄瓜叶片中过氧化物酶的系统诱导作用[J]. 植物病理学报, 1998, 28(1): 145-150.
- [46] 范志金. 苯并噻二唑衍生物及其合成方法和诱导抗病活性的筛选: CN, 1680342[P]. 2005-10-12.
- [47] 范志金. 新型苯并噻二唑衍生物及其合成方法和诱导烟草抗烟草花叶病毒的活性: CN, 20051001437[P]. 2006-03-08.
- [48] 范志金. 苯并[1,2,3]噻二唑衍生物及其合成方法和用途: CN, 200510122338[P]. 2006-06-14.
- [49] 范志金. 含噻二唑环的噻二唑衍生物及其合成方法和生物活性: CN, 101003533[P]. 2007-07-25.
- [50] 钱旭红. 苯并噻二唑衍生物在植物抗病激活剂中的应用: CN, 1868277[P]. 2006-11-29.
- [51] 李宝聚, 钱旭红. 一种诱抗剂在控制园艺作物土传病害上的应用: CN, 201010117498.1[P]. 2010-09-22.

Research and Development of Plant Activator

ZHAO Ping, YAN Qiu-xu, LI Xin

(Shenyang Research Institute of Chemical Industry Co., Ltd., Shenyang 110021, China)

Abstract: Plant activator is a new direction of the pesticide research. The varieties of plant activator, research and development were introduced in the paper.

Key words: plant activator; varieties; research and development

征订启事

《农药》杂志征订启事

《农药》杂志是由沈阳化工研究院有限公司主办的全国性综合农药技术刊物, 1958年创刊, 月刊, 中文核心期刊, 中国科技核心期刊, 美国《化学文摘》信息源期刊, 国内外公开发行。

《农药》杂志遵循“研究推广农药技术, 推动农药科技进步, 提高农业环保意识, 促进农业可持续性发展”的办刊宗旨, 本着普及与提高相结合原则, 报道农药科研、生产、加工、分析、应用等方面的新成果、新技术、新知识、新信息、新动态、新经验以及农药生产过程的三废治理及副产物的综合利用, 国内外农药新品种、新剂型和新用法, 国内病虫害发生趋势, 农药药效试验、田间应用、使用技术改进及毒性、作用机制、残留动态等内容。

《农药》杂志多年来深受农药科研、生产人员以及植保工作者的厚爱, 成为各级农药研究、生产、销售、应用部门的知心朋友。荣获全国石油和化工行业优秀报刊一等奖。

欢迎订阅, 欢迎刊登广告, 欢迎投稿!

全国各地邮局订阅, 邮发代号 8-60, 每册定价 20 元, 全年定价 240 元(如错过订期, 可随时向编辑部订购)。

地址: 沈阳市铁西区沈辽东路 8 号《农药》编辑部 邮编: 110021

电话(传真): 024-85869187 E-mail: nongyao@sinochem.com

订阅联系人: 白洪华 广告联系人: 张敏恒

开户行: 浦发银行沈阳铁西支行 户名: 沈阳化工研究院有限公司 帐号: 71070155260000181