

于倩倩,夏明理,胡文浩,等. 几种农药助剂对赤霉素在小麦叶片上渗透的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(22):125-128.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.22.028

几种农药助剂对赤霉素在小麦叶片上渗透的影响

于倩倩,夏明理,胡文浩,张尧尧,史团省

(郑州大学生命科学院/生物多样性与生态学研究所,河南郑州 450001)

摘要:农药助剂能够促进和提高叶面肥、保护剂以及除草剂对植物的作用。为了探讨不同农药助剂的作用效果,筛选出具有高效促进作用的农药助剂,选用磷酸三丁酯(TBP)、癸二酸二乙酯(DES)和辛二酸二乙酯(DESU)3种农药助剂及它们3种农药助剂不同配方的复合型农药助剂进行大田试验,研究了不同农药助剂促进赤霉素(GA)在小麦叶片上渗透吸收的作用。结果表明,3种农药助剂均促进GA在小麦叶片上的渗透。TBP的最佳促进作用浓度为60 mg/L,DES、DESU的最佳使用浓度均高于TBP,分别为180、300 mg/L。农药助剂对赤霉素在小麦叶片上渗透吸收的作用大小顺序为DESU>TBP>DES。不同类型、不同配方的农药助剂对促进赤霉素在小麦叶片上的作用效果存在差异,在24 h时最佳配比为TBP(60 mg/L)+DESU(300 mg/L),在48 h时最佳配比则为TBP(60 mg/L)+DESU(350 mg/L),赤霉素的渗透量分别是对照组(CK)的1.93、1.71倍。

关键词:小麦叶片;农药助剂;复合型农药助剂;赤霉素;渗透量

中图分类号:TQ450.4⁺5 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)22-0125-03

角质膜是植物的外切向壁表面,其会影响植物体内水分的减少、植物对叶面肥农药等的吸收等^[1]。角质膜由外到内由蜡质层、角质层以及角化层组成^[2],其中蜡质层会影响植物对外源物质的吸收以及防御外源有害物质的入侵^[3],主要原因是蜡质层形成了疏水低能的表面,不利于液体对植物表面的润湿和渗透,从而影响植物叶面肥、保护剂和除草剂的渗透吸收利用^[4]。角质膜大多数分布在植物体表,尤其是叶子的表面多有分布,其次花果及嫩芽等的表面也有分布^[5]。蜡质层的作用主要有保护植物体内的水分不从气孔以外的渠道散失,从而能更好地在干旱环境下生存;减少植物体内营养成分的流失,角质膜最外层的蜡质层能够防止一些水溶性的养分散失;减少紫外线对植物的伤害,以及病虫害的入侵^[6]。能够影响角质膜渗透性的因素有温度、湿度、个体不同以及助剂的使用。

赤霉素作为一类被广泛使用的具有高效能性的植物生长调节激素,它在植物生长期能促进植物体细胞的伸长,植物茎伸长、植物叶片长大,让植物体更快地成长、成熟。在小麦生长期喷施赤霉素溶液,在提高小麦抗逆性的同时可使小麦早熟,并改进小麦籽粒的品质、增加小麦的产量^[7-8];在小麦返青期对其喷施赤霉素溶液(600~750 L/hm²,质量浓度为10~50 mg/L),能够在一定程度上抑制小麦在生长后期产生无效分蘖,并提高小麦的成穗率;在小麦拔节期对其喷施赤霉素溶液(600~750 L/hm²,质量浓度为40 mg/L),可大幅度增加小麦籽粒的质量,从而提高小麦千粒质量^[9-11]。

本试验地点为郑州大学生命科学学院试验田,位于河南荥阳。采用大田喷施的试验方法^[12],以TBP、DES、DESU 3种农药助剂和它们不同配方比的复合型农药助剂在小麦叶片上进行赤霉素渗透试验^[13-15],通过测定赤霉素在小麦叶片上的渗透量,探究不同农药助剂对赤霉素在小麦叶片上渗透作用的影响,从而为筛选高效复合型农药助剂(特别是对赤霉素在作物角质膜渗透起显著促进作用的复合型农药助剂)和最佳使用浓度提供参考,与此同时,还可为植物叶面肥产品的研发、生产和使用提供理论依据和参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 材料 试验选择生长期小麦为试验材料。小麦种植于郑州大学生命科学学院实验田,该地域位于温带南部,属于大陆性温润季风气候,四季分明,气候温和,夏季最高温度为40.5℃,全年平均气温为14.3~14.8℃,年降水量586.9~668.9 mm。

1.1.2 试剂 农药助剂:癸二酸二乙酯(DES)、磷酸三丁酯(TBP)以及辛二酸二乙酯(DESU)(上海阿拉丁试剂有限公司);盐酸、乙酸乙酯、赤霉素纯品(上海杰李生物技术有限公司)、甲醇、石油醚、浓硫酸、无水乙醇等,以上试剂均为分析纯,试验用水为超纯水。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验选取赤霉素作为试验试剂,赤霉素通常的喷施浓度在10~50 mg/L之间,赤霉素喷施浓度若是过低会导致对植物的作用效果不明显,而浓度过高则会造成植物中毒。本试验选用浓度为30 mg/L的赤霉素溶液作喷施剂。采用2种试验方案:(1)分别喷施单独添加3种农药助剂的赤霉素溶液。3种农药助剂的喷施浓度梯度分别为TBP:20、40、60、80、100 mg/L;DES:60、120、180、240、300 mg/L;DESU:200、250、300、350、400 mg/L。(2)将3种农药助剂按照一定的配

收稿日期:2018-07-03

基金项目:河南省农业科技攻关项目(编号:162102110111)。

作者简介:于倩倩(1992—),女,河南新乡人,硕士研究生,研究方向为植物生理营养与保护。E-mail:13213126639@163.com

通信作者:史团省,教授,从事植物生理营养与保护学研究。E-mail:sts@zzu.edu.cn。

比组成复合型农药助剂后添加到赤霉素溶液中施用。每个样区设置为双行,2 m长。在小麦返青期向样区的小麦植株上喷施含有不同种类、不同浓度农药助剂的赤霉素溶液,每个样区喷施赤霉素溶液的量为200 mL,每个浓度梯度做10个重复。同时向样区中小麦上喷施只含赤霉素的溶液做对照,记为对照1(CK1);只喷施清水的样区记为空白对照(CK),即自然生长状态下的小麦,空白对照组也做10个重复。喷施过赤霉素后,在24、48 h时用修枝剪剪下小麦的茎叶,作为样品。本试验采用分光光度法测定赤霉素含量,计算其平均值和误差,比较分析数据后得出结果。

1.2.2 测定方法 称取小麦叶片样品15 g,用超纯水洗净后用剪刀剪碎后置于研钵中研磨,然后倒入50 mL 80%的提前预冷甲醇溶液中,超声波振荡3次,之后过滤,弃去其中不溶解的物质,低温加热蒸去样品中的甲醇,得到粗提液。将粗提液用其2倍体积的石油醚进行脱色,脱色3次后,用分液漏斗将样品进行分层,弃去上层的脂相,获得基层的水相,将获得的水相pH值调至2.8,调节pH值用的是浓度为1 mol/L的氢氧化钠溶液。pH值调好后,用其1.5倍体积的乙酸乙酯进行萃取。合并萃取液,然后用旋转蒸发仪浓缩,待溶液蒸发完后,加入2.0 mL无水乙醇来溶解旋转蒸发仪瓶壁上的赤霉素,之后用0.45 nm的微孔滤膜过滤赤霉素溶液,过滤后的溶液即为待测液^[20]。将2.0 mL的待测液与3.0 mL的85%的浓硫酸均匀混合后,放置20 min发生充分反应后摇匀。采用紫外分光光度计在波长414 nm处测定赤霉素的吸光度。根据标准曲线中的线性回归方程进行线性回归,计算待测液中赤霉素的含量。

1.2.3 计算统计方法 测定每个待测液的吸光度,记作 D ,将吸光度 D 代入标准曲线回归方程中,利用标准曲线中的线性方程进行线性回归,计算每个待测液中赤霉素的含量。为了提高试验的准确性,每种农药助剂的每个浓度均做15个重复,用SigmaPlot软件求出其平均值和误差,作图。

2 结果与分析

2.1 单一农药助剂对小麦叶片吸收赤霉素的影响

根据赤霉素标准曲线计算喷施过含单一农药助剂的赤霉素溶液后小麦叶片中赤霉素的含量,以农药助剂的浓度为横坐标,小麦叶片中赤霉素的含量为纵坐标,用Sigma Plot进行统计分析,最后作图。

由图1可得出,当小麦喷施只含有赤霉素的溶液后,其叶片中的赤霉素含量比自然生长下的空白对照组(CK)略有增

加,但是与喷施含有单一农药助剂(TBP)的赤霉素溶液的样品相比,其叶片中的赤霉素含量远远低于喷施含有TBP赤霉素溶液的叶片。当TBP的浓度在0~60 mg/L之间时,小麦叶片中赤霉素的含量随着TBP浓度的增加而增加,TBP的浓度在60 mg/L时,小麦叶片中赤霉素的含量达到最大值,在24 h时小麦叶片样品中赤霉素的含量是CK1的1.44倍,在48 h则为1.53倍。之后,随着TBP浓度的增加,小麦叶片中赤霉素的含量反而逐渐降低,但均高于对照组(CK1)样品中小麦叶片中赤霉素的含量。

由图2可得出,当农药助剂DES的浓度在0~180 mg/L时,小麦叶片内中赤霉素的含量呈逐渐上升的趋势,DES浓度在180 mg/L时,小麦叶片中赤霉素的含量达到最大值,在24 h时小麦叶片样品中赤霉素的含量是CK1的1.37倍,在48 h为CK1的1.50倍,之后,随着DES浓度的逐渐增加,小麦叶片中赤霉素的含量呈波动下降的趋势,不过都高于对照组(CK1)样品中小麦叶片中赤霉素的含量。

由图3可知,当农药助剂DESU浓度在200~300 mg/L时,小麦叶片中赤霉素的含量与DESU的浓度呈现正相关关系,当DESU浓度为300 mg/L时,小麦叶片样品中赤霉素的含量达到最大值,在24 h时小麦叶片样品中赤霉素的含量是CK1的1.67倍,在48 h为CK1的1.70倍。之后,随着DESU浓度的加大,小麦叶片内赤霉素的含量呈逐渐下降的趋势,但都高于对照组(CK1)样品中小麦叶片内赤霉素的含量。

可以得知,当往样区中喷施加入农药助剂的赤霉素溶液后,小麦叶片中赤霉素含量在24 h时的增加量非常明显,而在48 h时赤霉素含量增加幅度最为明显,为CK1的1.70倍。根据以上可以推断,农药助剂在48 h时对赤霉素的促进效果最为明显,这可能与样品处于开放的环境有一定的关联。每种单一的农药助剂对不同作物都有一个最适宜浓度,对小麦吸收赤霉素而言,TBP最适宜的浓度为60 mg/L,DES最适宜的浓度为180 mg/L,而DESU最适宜的浓度为300 mg/L。当赤霉素溶液中农药助剂的浓度大于最适宜的浓度后,小麦叶片中赤霉素的含量并没有随农药助剂浓度的增加而增加,反而有下降并趋于稳定的趋势,说明小麦对赤霉素的吸收与农药助剂的浓度并不是绝对的正比关系,并不遵循随着农药助剂浓度的提高促进效果也逐渐增强的规律。虽然3种农药助剂都促进小麦叶片对赤霉素的吸收,但是每种农药助剂的促进效果却不同。由大田试验可以推断出,促进效果最好的是DESU,TBP居中,DES的促进效果相对来说最弱。

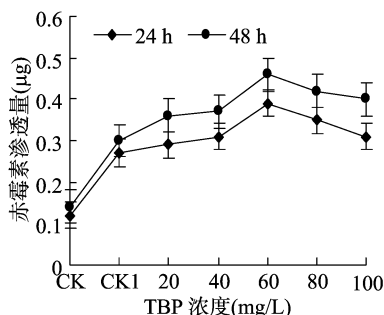


图1 小麦叶片中赤霉素含量随TBP浓度变化趋势

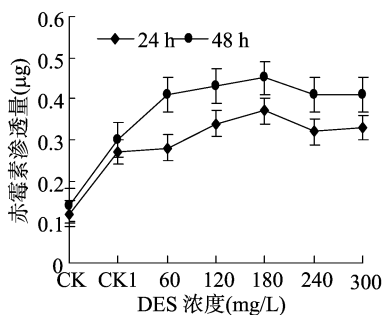


图2 小麦叶片中赤霉素含量随DES浓度变化趋势

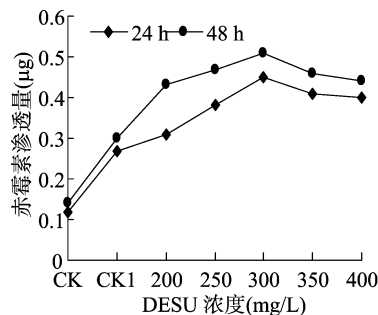


图3 小麦叶片中赤霉素含量随DESU浓度变化趋势

2.2 复合型农药助剂对小麦吸收赤霉素的影响

据赤霉素标准曲线中的方程计算出喷施含有复合型农药助剂的赤霉素后小麦的赤霉素含量,以复合型农药助剂的浓度为横坐标(表 1),小麦叶片中赤霉素的含量为纵坐标,用 Sigma Plot 进行统计分析,最后作图。

表 1 复合型农药助剂配方

编号	农药助剂浓度(mg/L)
1	CK
2	CK1
3	TBP 60 + DES 80
4	TBP 60 + DES 120
5	TBP 60 + DESU 300
6	TBP 60 + DESU 350
7	TBP 80 + DES 180
8	TBP 80 + DESU 350
9	DES 120 + DESU 200
10	DES 180 + DESU 300
TBP 60 + DESU 299	DES 60 + DESU 350

注:表格中农药助剂后的数字为该农药助剂的浓度。

由图 4 可得知,当往样区中喷施含有复合型农药助剂的赤霉素溶液后,小麦叶片中赤霉素的含量均远远高于对照组(CK、CK1)小麦叶片中赤霉素的含量,这证明试验所用的复合助剂对赤霉素的吸收都具有明显的促进作用。从图 4 还可看出,促进作用的大小在不同时间(如 24 h 和 48 h)随复合助剂配方而不同,编号为 5 号的助剂在 24 h 时赤霉素的增加量最为明显,有些配方的混合型农药助剂在 48 h 时对小麦叶片吸收赤霉素促进效果最好。当 TBP 与 DESU 混合时,复合型农药助剂的促进效果最为明显,当赤霉素溶液中复合型农药助剂配比为 TBP 60 + DESU 300 时,在 24 h 时小麦叶片中赤霉素的量是对照组(CK1)的 1.93 倍,作用效果最显著。当赤霉素溶液中复合型农药助剂配比为 TBP 60 + DESU 350 时,在 48 h 对小麦吸收赤霉素的促进效果最为明显,小麦叶片中的赤霉素含量是对照组(CK1)的 1.71 倍。而比较其他组合,由于复合型农药助剂中每种农药助剂的种类和浓度不同,其对小麦叶片吸收赤霉素的促进作用效果差别较大。在 24 h 与 48 h 之间,小麦叶片中赤霉素的含量呈上下浮动的趋势,这可能是由于小麦自身进行新陈代谢、赤霉素被植物体自身代谢分解及转移有关。

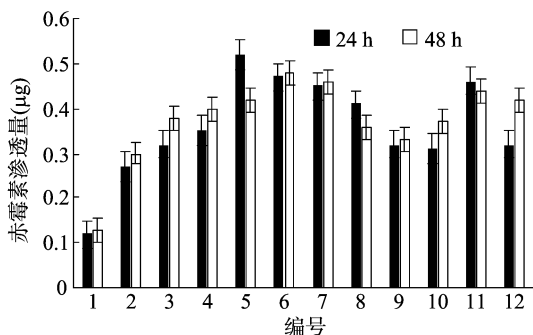


图 4 小麦叶片中赤霉素含量与复合型农药助剂关系

3 讨论与结论

农药助剂对小麦叶片吸收赤霉素均有一定的促进作用。

在喷施加入农药助剂的赤霉素溶液后,样区中小麦叶片中的赤霉素含量都明显高于对照组(CK、CK1)。虽然对照组(CK1)样区中小麦叶片中赤霉素的含量高于空白对照组(CK),但是增幅远不及在农药助剂作用下的增幅。

当在赤霉素溶液中加入农药助剂,在 24 h 时赤霉素增加的量最大,农药助剂的促进效果最明显,在 48 h 时,虽然有些样品中赤霉素的含量仍略有所增加,但是增加的幅度大大降低,促进效果趋向于稳定,另外,在 48 h 时赤霉素增加的量在一定区间内上下摆动但相差不大,可能因为赤霉素被植物体自身新陈代谢和转移导致。

当喷施含有单一农药助剂的赤霉素溶液时,每种助剂的最佳作用浓度不同,TBP 促进小麦叶片吸收赤霉素的作用效果最明显的浓度为 60 mg/L,在此浓度下,在 24 h 时小麦叶片样品中赤霉素的含量是 CK1 的 1.44 倍,在 48 h 为 1.53 倍。DES 促进小麦叶片吸收赤霉素的作用效果的最佳浓度为 180 mg/L,在 24 h 时小麦叶片样品中赤霉素的含量是 CK1 的 1.37 倍,在 48 h 为 CK1 的 1.50 倍。而 DESU 促进小麦叶片吸收赤霉素的浓度则远远高于前两者,为 300 mg/L。而对小麦叶片吸收赤霉素的促进作用与前两者差距不大,在 24 h 时,样品小麦叶片中赤霉素的含量是空白对照组(CK1)的 1.67 倍,在 48 h 时,样品小麦叶片中赤霉素的含量为空白对照组(CK1)的 1.70 倍。3 种农药助剂在小麦叶片上的作用效果的大小为 DESU 最好,TBP 和 DES 次之。

当赤霉素溶液中添加农药助剂的浓度大于最适浓度后,小麦叶片中赤霉素的含量随着农药助剂浓度的增加而有所下降并趋于稳定,说明小麦叶片对赤霉素吸收量与赤霉素溶液中农药助剂的浓度之间没有绝对的正比例关系,并不遵循随农药助剂浓度的提高促进效果也逐渐增强的规律。

由于复合型农药助剂中每种农药助剂的种类和浓度均不同,其作用效果也有较大差别。作用效果最明显的是添加 TBP 与 DESU 混合液的赤霉素溶液,最佳作用浓度为 TBP 60 mg/L、DESU 300 mg/L,在 24 h 时对小麦叶片吸收赤霉素的促进作用效果最明显,小麦叶片中赤霉素的含量是对照组(CK1)的 1.93 倍。

参考文献:

- [1] 李建群,杨强,潘秋波,等. 农药助剂与农药减量防治稻麦病虫效果探析[J]. 中国农技推广,2017,33(7):54-57.
- [2] 向建华,陈信波,周小云. 植物角质层蜡质基因的研究进展[J]. 生物技术通讯,2005,16(2):224-227.
- [3] 何生. 植物精密的组织[J]. 科技文萃,2004(5):137-143.
- [4] Schreiber L. A mechanistic approach towards surfactant/wax interaction: effects of octaethyleneglycolmonododecylether on sorption and diffusion of organic chemicals in reconstituted cuticular wax of barley leaves[J]. Pesticide Science,1995,45:1-11.
- [5] 于海宁,田英,方媛,等. 植物角质膜的结构、组成和生物学功能研究进展[J]. 生命科学,2010,22(8):729-735.
- [6] 柴凌燕,董易凡,李士伟,等. 植物角质膜及其渗透性与抗旱性研究进展[J]. 植物研究,2010,30(6):763-768.
- [7] 刘鹏,郭智慧,陈旭. 赤霉素在小麦发育及胁迫响应中的作用研究进展[J]. 生物技术进展,2015,5(4):253-258.
- [8] 周宇,佟兆国,张开春. 赤霉素在落叶果树生产中的应用[J].

王小云,杜 静,胡昌雄,等. 无锡市常见园林植物上蓟马的种类及优势种对杀虫剂的敏感性[J]. 江苏农业科学,2019,47(22):128-132.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.22.029

无锡市常见园林植物上蓟马的种类 及优势种对杀虫剂的敏感性

王小云¹, 杜 静², 胡昌雄¹, 魏文博³, 李宜儒¹, 陈国华¹, 张晓明¹

(1. 云南农业大学植物保护学院/云南生物资源保护与利用国家重点实验室, 云南昆明 650201; 2. 江南大学后勤管理处, 江苏无锡 214122;

3. 无锡市锡惠园林景观有限公司, 江苏无锡 214129)

摘要:为明确无锡市常见园林植物上的蓟马种类及优势种蓟马对杀虫剂的抗性,为防治园林植物上的蓟马提供参考,对无锡市常见园林植物上的蓟马种类进行调查,并选取常用杀虫剂阿维菌素、吡虫啉、高效氟氯氰菊酯对优势种蓟马进行毒力测定。结果表明,无锡市常见园林植物上的蓟马种类共计 13 种,其中黄胸蓟马和黄蓟马为本地优势种。阿维菌素、吡虫啉、高效氟氯氰菊酯等 3 种杀虫剂对黄胸蓟马的 LC_{50} 值分别为 27.50、135.88、441.00 mg/L,对黄蓟马的 LC_{50} 值分别为 15.03、106.19、198.81 mg/L,对这 2 种蓟马的毒力作用表现为阿维菌素 > 吡虫啉 > 高效氟氯氰菊酯,且黄蓟马对杀虫剂的敏感度高于黄胸蓟马。说明无锡市园林植物上蓟马种类众多,应加强对蓟马类害虫的防治,建议使用阿维菌素防治无锡市常见园林植物上的蓟马类害虫并注意合理轮换用药以延缓害虫抗性的发展。

关键词: 无锡市; 园林植物; 蓟马; 优势种; 毒力测定; 杀虫剂

中图分类号: S433.89; S482.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)22-0128-05

无锡市(31°07′~32°02′N, 119°31′~120°36′E)位于江苏省南部,属亚热带季风气候,四季分明,雨水充沛。其位于长江三角洲平原,地形平坦,星散分布着低山、残丘,是国家级园林城市和江南典型绿地景观城市^[1]。吊钟柳(*Penstemon campanulatus*)、栎叶绣球(*Hydrangea quercifolia*)、大花萱草(*Heimerocallis fulva*)、宿根福禄考(*Phlox paniculata*)、玉簪(*Hosta plantaginea*)、美丽月见草(*Oenothera biennis*)、花菖蒲(*Iris ensata*)、蜀葵(*Althaea rosea*)、刺蔷薇(*Rosa acicularis*)等

是无锡市常见的园林植物^[2]。这些园林植物不仅能够减少城市的噪音和烟尘、净化空气,还能够美化城市环境^[3]。而在园林植物生长过程中常受到各种病虫害的危害,蓟马就是重要的害虫类群之一^[4]。

蓟马是缨翅目(Thysanoptera)昆虫的统称,体色为黑色、褐色或黄色,体型微小,体长为 0.5~2.0 mm,一般不超过 7 mm,常隐匿在花朵中危害。蓟马类昆虫广泛分布在世界各地,目前,世界上已记载的种类有 7 700 余种,我国记录的蓟马超过了 500 种,并且近年来不断发现有新种^[5-6]。蓟马具有食性复杂、繁殖能力强的特点,按食性分类主要分为捕食性、菌食性和植食性,植食性占总数的 50% 以上,其中大部分对作物造成严重危害^[7]。随着当今全球贸易的迅猛发展和气候环境的不断变化,蓟马类害虫的扩散和危害日益严重,现已逐渐成为重要的农业害虫类群之一^[8]。蓟马成虫和若虫在寄主植物上常以锉吸式口器锉破植物表皮,吮吸植物汁液,导致叶片卷曲萎蔫,植株生长缓慢或畸形,并通过产卵传播病毒进行间接为害^[9],其间接危害所带来的损失已远大于直接危害^[10-11]。有的种类还可形成虫瘿,从而降低园林植物的观赏价值进而造成更大的经济损失。

收稿日期:2018-08-28

基金项目:云南农业大学自然科学基金(编号:2016ZR18);农业部华南作物有害生物综合治理重点实验室开放基金(编号:SCIPM2018-08)。

作者简介:王小云(1997—),女,江苏泰州人,主要从事昆虫生态学研究, Tel: (0871) 65228334, E-mail: 775034900@qq.com; 杜 静(1984—),女,江苏常州人,硕士,工程师,主要从事园林植物病虫害综合治理研究, Tel: (0871) 65228334, E-mail: 578168939@qq.com。

通信作者:张晓明,博士,主要从事入侵生物学与生态学研究。 Tel: (0871) 65228334; E-mail: zxmalex@126.com。

中国农业科技导报,2006,8(2):27-31.

[9] 刘 洁,李润植. 作物矮化基因与 GA 信号转导途径[J]. 中国农学报,2005,21(1):37-40.

[10] 董玉明,叶自新. 赤霉素在蔬菜上的使用技术[J]. 长江蔬菜,2003(3):28.

[11] 刘 俊,张金汕,贾永红,等. 施钾量和叶面喷施赤霉素对春小麦籽粒灌浆特性及产量构成的影响[J]. 新疆农业科学,2017,54(5):795-803.

[12] Baur P, Grayson B T, Schönherr J. Polydisperse ethoxylated fatty alcohol surfactants as accelerators of cuticular penetration. I.

Effects of ethoxy chain length and the size of the penetrants[J]. Pesticide Science,1997,51(2):131-152.

[13] 蒋 超,卢天成,李毅丹,等. 赤霉素在非生物胁迫中的作用[J]. 生物技术通报,2016,32(5):11-15.

[14] Shi T, Simanova E, Schönherr J. Effects of accelerators on mobility of ¹⁴C-2,4-dichlorophenoxy butyric acid in plant cuticles depends on type and concentration of accelerator[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry,2005,53(6):2207-2212.

[15] Schreiber L, Schönherr Jr. Water and solute permeability of plant cuticles[M]. Springer Berlin Heidelberg,2009.