

◆ 药效与应用 ◆

茉莉酸甲酯缓解三种除草剂对水稻药害的生测研究

邓希乐, 郑文娜, 柏连阳*

(杂草生物学及安全防控湖南省重点实验室, 湖南省农业生物技术研究所, 湖南省农业科学院, 长沙 410125)

摘要:为了从天然产物中筛选出新型的除草剂安全剂, 采用琼脂培养基法测试了茉莉酸甲酯缓解两种氯乙酰胺类除草剂(精异丙甲草胺及乙草胺)和一种芳基吡啶甲酸酯类除草剂(氯氟吡啶酯)对水稻药害的安全剂活性。结果表明, 茉莉酸甲酯能够较好地缓解三种除草剂对水稻造成的损伤。0.25 mg/L茉莉酸甲酯与0.073 mg/L精异丙甲草胺联用, 对水稻幼苗株高、根长和鲜重的保护效果最好。0.25 mg/L茉莉酸甲酯与0.073 mg/L乙草胺联用, 对水稻幼苗株高和鲜重的保护效果最好; 质量浓度为0.05 mg/L, 对水稻幼苗根长的保护效果最好。0.20 mg/L茉莉酸甲酯与0.073 mg/L氯氟吡啶酯联用, 对水稻幼苗株高的保护效果最好; 质量浓度为0.25 mg/L, 对水稻幼苗根长和鲜重的根长保护效果最好。该结果为从天然产物中发现新型除草剂安全剂先导化合物提供一定的指导意义。

关键词:茉莉酸甲酯; 除草剂; 安全剂; 天然产物; 解毒

中图分类号: S 482.4 文献标志码: A doi:10.3969/j.issn.1671-5284.2020.04.008

The Bioassay on Effects of Methyl Jasmonate to Reduce the Rice's Injury from Three Herbicides

DENG Xile, ZHENG Wenna, BAI Lianyang*

(Hunan Provincial Key Laboratory for Biology and Control of Weeds Changsha, Hunan Agricultural Biotechnology Research Institute, Hunan Academy of Agricultural Sciences, Changsha 410125, China)

Abstract: In order to find herbicide safeners from natural products, the herbicide safener activity of methyl jasmonate to alleviate the injury from two chloroacetamide herbicides (*S*-metolachlor and acetochlor) and an aryl picolinate herbicide (halauxifen-methyl) in rice was tested by agar medium method. The results showed that methyl jasmonate could alleviate the injury from three herbicides in rice effectively. At a concentration of 0.25 mg/L, the safening effect of methyl jasmonate lessened the most metolachlor (0.073 mg/L) phytotoxicity on both plant height, root length, and fresh weight. At a concentration of 0.25 mg/L, the safening effect of methyl jasmonate lessened the most 0.073 mg/L metolachlor phytotoxicity on root length. At a concentration of 0.25 mg/L, the safening effect of methyl jasmonate reduced the most 0.073 mg/L acetochlor phytotoxicity on plant height and fresh weight. At a concentration of 0.05 mg/L, the safening effect of methyl jasmonate reduced the most 0.073 mg/L acetochlor phytotoxicity on root length. At a concentration of 0.20 mg/L, the safening effect of methyl jasmonate reduced the most 0.073 mg/L halauxifen-methyl phytotoxicity on plant height. At a concentration of 0.25 mg/L, the safening effect of methyl jasmonate reduced the most 0.073 mg/L acetochlor phytotoxicity on root length and fresh weight. The results provide some useful guidance for the discovery of lead compounds of novel herbicide safeners from natural products.

Key words: methyl jasmonate; herbicide; herbicide safener; nature product; disintoxication

收稿日期: 2020-03-19

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFD0201106); 国家自然科学基金(31772182); 中央支持地方科技发展项目(2019CT5009)

作者简介: 邓希乐(1987—), 男, 湖南益阳人, 博士, 助理研究员, 主要从事新农药分子的设计与合成研究。E-mail: dengxile@hunaas.cn

通信作者: 柏连阳(1967—), 男, 湖南祁阳人, 博士, 教授, 主要从事除草剂与安全剂研究。E-mail: lybai@hunaas.cn

除草剂从发现到推广应用至今,为全世界的农业生产做出了重大贡献,但除草剂通常对作物和杂草的选择性比较差,容易对敏感作物,如水稻、玉米、高粱等产生药害,限制了它在田间的进一步应用^[1-3]。目前解决除草剂药害问题主要有3种方法:①开发具有选择性的除草剂^[4];②培育具有除草剂抗性的作物植株^[5];③在除草剂中加入能提高其选择性的安全剂^[6]。前两者投入大,不确定性因素多,对相应的技术要求较高。因此,使用除草剂安全剂(herbicide safener)是解决除草剂药害问题最为直接、有效的方法^[7-8]。除草剂安全剂又被称为解毒剂(antidote)、保护剂(protectant),是一类在不影响除草剂对靶标杂草除草活性的前提下,有选择地保护作物抵抗除草剂的药害,进而增强作物的安全性、提高除草剂的安全性、改进杂草防治效果的化合物^[9]。自20世纪60年代,第一个商品化试剂1,8-萘二甲酸酐(1,8-naphthalic anhydride, NA)被报道以来,目前已经有20多种商品化的除草剂安全剂,例如二氯丙烯酰胺、解草啞、解草酮、呋喃解草啞、解草胺等,被开发与应用^[10-11]。

在商品化除草剂安全剂的几十年的使用过程中,部分安全剂被发现对环境存在潜在威胁。水生物种(水藻和鱼类)对解草酮与呋喃解草啞特别敏感,其中解草酮对水藻具有高毒性(LC₅₀值为0.63 mg/L)。解草酮对鱼类具有中等毒性,如对斑点叉尾鲴的LC₅₀值为1.4 mg/L;低浓度(0.016 mg/L)的解草酮长期曝露于水体中能够导致虹鳟鱼体重的显著下降。另外,解草酮还对陆生无脊椎动物(跳虫)及维管植物(浮萍)具有中等毒性^[12]。因此,亟需研发出高效、低毒、且对环境相对友好的除草剂安全剂品种。

天然产物是天然源农药和农药先导化合物的重要来源^[13-14]。本课题组在前期,从中草药植物资源中已筛选出一些具有除草剂安全剂活性的混合物或者单体化合物,如山椒素(sanshoo)、呋喃香豆素(furocoumarin)、Z-藁本内酯(Z-ligustilide)、洋川芎内酯A(ligusticide A)及紫锥菊烷基酰胺(echinacea alkylamide)等^[15-18],但均存在活性不突出,提取成本高,结构较复杂,不易合成等缺点。所以,仍有待从天然产物中新挖掘出的结构简单、易于获得且具有良好除草剂安全剂活性的物质。

茉莉酸甲酯(methyl jasmonate, MeJA)广泛存在于各种植物体内,是一类植物激素和信号分子(图1)。适量的施用茉莉酸甲酯可诱导果蔬体内抗虫相关物质(可溶性糖、叶绿素、酚类化合物等)含量的

提高以增强果蔬的抗虫性^[19-20]。茉莉酸甲酯外施于果蔬还能够增强果蔬的抗病能力和抗冷能力,改善果蔬采摘后的耐贮性及感官品质^[21]。例如,外施茉莉酸甲酯能够有效地减轻干旱胁迫对甜菜幼苗造成的危害^[22];适量浓度的茉莉酸甲酯能够诱导葡萄果肉细胞中有益物质二苯乙烯类化合物的积累,从而增加葡萄的耐贮性^[23],而使用适宜浓度的茉莉酸甲酯处理葡萄,能够增加葡萄的产量以及提高葡萄果肉的品质^[24];用适当剂量的茉莉酸甲酯处理水稻后,水稻每穗总粒数和产量均有所增加^[25]。此外,尽管关于茉莉酸甲酯在农业生产中的应用有很多报道,但目前关于茉莉酸甲酯具有除草剂安全剂活性的报道却十分鲜见。

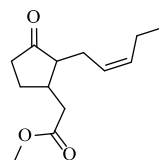


图1 茉莉酸甲酯结构式

因此,本研究采用琼脂培养基法测试了茉莉酸甲酯缓解两种氯乙酰胺类除草剂(精异丙甲草胺及乙草胺)和一种芳基吡啶甲酸酯类除草剂(氯氟吡啶酯)对水稻药害的安全剂活性,旨在从天然产物中发现结构简单,易于改造,且具有较好的安全剂活性的先导化合物。

1 材料与方法

1.1 供试材料

茉莉酸甲酯(纯度98%),长春三邦医药科技有限公司;精异丙甲草胺制剂(S-metolachlor, 960 g/L),浙江农资集团金泰贸易有限公司;乙草胺(acetochlor, 960 g/L),辽宁省营口三征农用化工有限公司;氯氟吡啶酯(halaxifen-methyl, 3%乳油),陶氏益农公司;丙酮,中国上海国药集团有限公司。所用的溶剂在进一步纯化和干燥后使用。水稻种子(湘早籼45号),袁隆平农业高科技股份有限公司;琼脂培养基,西安大丰收生物科技有限公司。

2.2 试验方法

水稻萌发的方法参考Deng等^[26]和Zheng等^[27]报道的方法。挑选籽粒饱满、大小均匀、无病虫鼠害的水稻种子(湘早籼45号)用0.1%的次氯酸钠消毒15 min后,再用去离子水冲洗3遍,然后用去离子水将种子在28℃下浸泡24 h,接着在28℃下的黑暗条件下催芽36 h。

0.3%的琼脂培养基中除草剂(精异丙甲草胺、乙草胺及氯氟吡啶酯)工作浓度的配置:量取3L去离子水,然后加热,待去离子水快沸腾时加入12 g琼脂条,一边加热一边搅拌,使得琼脂溶解充分。然后将热琼脂液倒入5 L烧杯中,用去离子水定容至4 L,0.3%琼脂培养基配置完成。期间,取浓度为960 g/L精异丙甲草胺,加入去离子水稀释1 000倍,充分混匀,即得960 mg/L精异丙甲草胺工作液。待液体琼脂培养基温度降到45℃左右时,量取3个200 mL液体琼脂培养基分别装到250 mL的塑料盒,作为空白对照组;另外,用2 L烧杯量取1.2 L琼脂培养基液体,并往该培养基中加入84 μL精异丙甲草胺工作液,即配置成0.073 mg/L精异丙甲草胺琼脂糖培养基。充分混匀后,及时分装到3个250 mL的塑料盒中,每个盒子加200 mL培养基。乙草胺、氯氟吡啶工作浓度配置方法类似(浓度同样为0.073 mg/L)。

茉莉酸甲酯对琼脂培养水稻幼苗的解毒效果测定:以测试茉莉酸甲酯对精异丙甲草胺的解毒效果为例。待琼脂培养基液体在50℃左右时,首先把空白组3个重复配制好,剩余琼脂培养基液体直接配制成的0.073 mg/L精异丙甲草胺培养基,分装除草剂处理组3个重复后,再配制除草剂与等比浓度梯度的茉莉酸甲酯混合培养基。

等比浓度梯度茉莉酸甲酯的配制:先称取适量的茉莉酸甲酯,用适量丙酮充分溶解后,加适量吐温,使其充分乳化。首先配制终浓度为0.50 mg/L的茉莉酸甲酯工作液,分装最高浓度处理组后,将剩余的一半逐级稀释配制其他浓度处理组,最后茉莉酸甲酯在琼脂中对水稻幼苗的处理浓度从高到低分别为0.50 mg/L、0.25 mg/L、0.20 mg/L、0.15 mg/L、0.10 mg/L和0.05 mg/L。采用同样的方法测试茉莉酸甲酯对乙草胺和氯氟吡啶酯的解毒效果。

选取胚根萌发一致的水稻幼苗(一叶期)移栽到含有不同浓度(0.05~0.50 mg/L)茉莉酸甲酯的琼脂培养基的塑料圆形透明的小盒子中(规格:口内径6 cm,容积250 mL),然后转入光照培养箱进行培养。首先光照14 h(光照强度110~130 μE m⁻² s⁻¹,温度为30℃),接着在黑暗条件下(温度为25℃)培育10 h。7天后测量数据,通过株高、根长和鲜重3个指标,测定茉莉酸甲酯作为安全剂的活性。所有试验均重复测试3次。株高、根长和鲜重3个指标计算公式如下:

$$\text{株高相对值}/\% = \frac{\text{处理组水稻幼苗平均株高}}{\text{空白组水稻幼苗平均株高}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{根长相对值}/\% = \frac{\text{处理组水稻幼苗平均根长}}{\text{空白组水稻幼苗平均根长}} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{鲜重相对值}/\% = \frac{\text{处理组水稻幼苗平均鲜重}}{\text{空白组水稻幼苗平均鲜重}} \times 100 \quad (3)$$

2.3 数据分析

所有安全剂活性的实验均重复3次。利用SPSS 22.0软件对数据进行分析。新复极差法(Duncans)比较不同处理的差异性显著。不同小写字母表示在该差异水平上具显著性差异。

2 结果与分析

2.1 茉莉酸甲酯对精异丙甲草胺处理水稻幼苗株高鲜重的影响

采用琼脂法测试了不同浓度下的茉莉酸甲酯对3种除草剂(精异丙甲草胺、乙草胺及氯氟吡啶酯)的安全剂效果。如表1所示,单独使用精异丙甲草胺(0.073 mg/L),不使用茉莉酸甲酯时,水稻幼苗的株高相对值、根长相对值及鲜重相对值分别为44.86%、47.35%及61.24%,表明该浓度下精异丙甲草胺对水稻幼苗的生长发育具有抑制作用。使用浓度为0.05~0.50 mg/L的茉莉酸甲酯作为安全剂时,能够有效地缓解精异丙甲草胺对水稻幼苗造成的损伤。其中茉莉酸甲酯使用浓度为0.25 mg/L,对水稻株高和根长的保护效果最好(分别为70.10%、82.49%和89.47%)。值得注意的是,随着使用浓度的逐渐提高,茉莉酸甲酯对水稻幼苗的保护呈现出先缓慢升高再降低的趋势。

表1 处理7 d后不同浓度下茉莉酸甲酯对精异丙甲草胺处理水稻幼苗株高、根长及鲜重的影响

茉莉酸甲酯的 浓度/(mg·L ⁻¹)	与空白对照组相比/%		
	株高相对值	根长相对值	鲜重相对值
0	44.86 d	47.35 d	61.24 c
0.05	59.40 c	76.12 b	78.22 b
0.10	63.98 c	77.26 b	82.15 a
0.15	62.21 c	80.92 a	85.04 a
0.20	65.75 c	70.24 b	83.46 a
0.25	70.10 b	82.49 a	89.47 a
0.50	68.55 c	78.47 b	87.22 a

注:数值为3次重复的均值;不同小写字母表示在该差异水平上具显著性差异。下表同。

2.2 茉莉酸甲酯对乙草胺处理水稻幼苗株高、根长及鲜重的影响

表2测试结果表明,单独使用乙草胺,水稻幼苗的相对株高,根长和鲜重分别为44.6%、45.36%及67.09%,与精异丙甲草胺具有类似的结果,同样表

明了该浓度下乙草胺对水稻幼苗的生长发育具有抑制作用。使用浓度为0.05~0.50 mg/L时,茉莉酸甲酯作为安全剂同样能够有效地保护水稻幼苗免受来自乙草胺造成的药害。当茉莉酸甲酯使用浓度为0.25 mg/L,对水稻幼苗株高和鲜重的保护效果最好(分别为69.27%和87.22%);使用浓度为0.10 mg/L,对水稻幼苗根长的保护效果最好(65.68%)。随着使用浓度的逐渐提高,茉莉酸甲酯对水稻幼苗的株高的保护效果表现出先缓慢升高再降低的趋势,但对根长和鲜重的保护效果则没有明显的规律。

表 2 处理 7 d 后不同浓度下茉莉酸甲酯对乙草胺处理水稻幼苗株高、根长及鲜重的影响

茉莉酸甲酯的 浓度/(mg·L ⁻¹)	与空白对照组相比/%		
	株高相对值	根长相对值	鲜重相对值
0	44.60 c	45.36 d	67.09 c
0.05	63.34 c	61.21 c	78.22 c
0.10	67.98 b	65.68 c	82.15 b
0.15	67.54 b	58.57 c	85.04 b
0.20	68.94 b	55.33 c	83.46 b
0.25	69.27 b	56.36 c	89.47 b
0.50	61.79 c	60.32 c	87.22 b

2.3 茉莉酸甲酯对氯氟吡啶酯处理水稻幼苗株高、根长及鲜重的影响

表3也表明了与酰胺类除草剂类似的结果,单独使用氯氟吡啶酯,对水稻幼苗的株高,根长和鲜重的具有一定的影响,株高、根长和鲜重的相对值分别为46.13%、47.34%及69.17%,使用浓度为0.05~0.50 mg/L时,茉莉酸甲酯能有效地缓解氯氟吡啶酯对水稻幼苗药害。当茉莉酸甲酯使用浓度为0.20 mg/L,对水稻幼苗株高的保护效果最好(68.23%);使用浓度为0.25 mg/L,对水稻幼苗的根长和鲜重保护效果最好(73.14%和80.16%)。随着使用浓度的逐渐提高,茉莉酸甲酯对水稻幼苗的株高、根长和鲜重的保护效果也是呈现出先缓慢升高再降低的趋势。

表 3 处理 7 d 后不同浓度下茉莉酸甲酯对氯氟吡啶酯处理水稻幼苗株高、根长及鲜重的影响

茉莉酸甲酯的 浓度/(mg·L ⁻¹)	与空白对照组相比/%		
	株高相对值	根长相对值	鲜重相对值
0	46.13 c	47.34 c	69.17 b
0.05	56.31 c	56.58 c	72.16 b
0.10	61.23 c	61.57 c	74.73 b
0.15	64.51 c	63.27 c	77.51 b
0.20	68.23 b	64.13 c	78.60 b
0.25	65.37 c	73.14 a	80.16 a
0.50	62.21 c	67.23 b	77.37 a

3 结论与讨论

虽然茉莉酸甲酯具有各种药理学特性,但关于茉莉酸甲酯具有安全剂活性的报导尚属第1次。本文采用琼脂培养基法测试了茉莉酸甲酯缓解2种氯乙酰胺类除草剂(精异丙甲草胺及乙草胺)和1种芳基吡啶甲酸酯类除草剂(氯氟吡啶酯)对水稻药害的安全剂活性。结果表明,在这3种除草剂的使用浓度为0.073 mg/L时,茉莉酸甲酯均能有效地保护水稻抵抗来自3种除草剂的损伤。由此可见,茉莉酸甲酯不仅对酰胺类除草剂(精异丙甲草胺和乙草胺)造成的损伤具有较好的缓解效果,而且对芳基吡啶甲酸酯类除草剂(氯氟吡啶酯)也同样具有较好的保护效果,茉莉酸甲酯可能具有缓解多种不同类型除草剂对水稻药害的潜力。茉莉酸甲酯作为天然激素广泛存在于植物体内,作为安全剂对环境相对比较安全,因此可以作为先导化合物用于环境友好的新型除草剂安全剂的研发。但茉莉酸甲酯与商品化药剂相比具有用量大,活性不够突出的缺陷,有待进行进一步的结构改造。此外,茉莉酸甲酯作为安全剂的作用机理尚不明确;茉莉酸甲酯作为具有手性的农药小分子,其异构体的安全剂效果也值得进一步研究。

参考文献

- [1] LIU H, HUANG R, XIE F, et al. Enantioselective phytotoxicity of metolachlor against maize and rice roots[J]. Journal of Hazardous Materials, 2012, 217-218: 330-337.
- [2] MAHONEY K J, NURSE R E, EVERMAN W J, et al. Tolerance of corn (*Zea Mays* L.) to early and late glyphosate applications[J]. American Journal of Plant Sciences, 2014, 5(18): 2748-2754.
- [3] DENG X L, ZHOU Y, ZHENG W N, et al. Dissipation dynamic and final residues of oxadiargyl in paddy fields using high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry coupled with modified quechers method[J]. International Journal Environmental Research Public Health, 2018, 15: 1680.
- [4] LANG Z, QI D, DONG J J, et al. Isolation and characterization of a quinclorac-degrading *actinobacteria streptomyces* Sp. strain AH-B and its implication on microecology in contaminated soil[J]. Chemosphere, 2018, 199: 210-217.
- [5] YAN Y, LIU Q K, XIN Z, et al. Resistance-gene-directed discovery of a natural-product herbicide with a new mode of action[J]. Nature, 2018, 559: 415-418.
- [6] HOFFMANN O L. Chemical seed treatments as herbicidal antidotes [J]. Weeds, 1962, 10(4): 322-323.

- [7] 胡利锋, 刘小安, 孙兰, 等. 除草剂安全剂作用机理研究进展[J]. 农药学学报, 2017, 19(2): 152-161.
- [8] 姜林, 李正名. 除草剂安全剂应用研究近况[J]. 农药学学报, 1999, 1(2): 1-8.
- [9] JABLONKAI I. Herbicides-current research and case studies in use [M]. Coratia: Intech, 2013: 589-620.
- [10] ROSINGER C. Herbicide safeners: an overview[J]. Julius Kühn Archiv, 2014, 443: 516-525.
- [11] HOFFMANN O L. The chemistry and action of herbicide antidotes [M]. London: Academic Press, 1978: 1-13.
- [12] SIVEY J D, LEHMLER H J, SALICE C J, et al. Environmental fate and effects of dichloroacetamide herbicide safeners: "inert" yet biologically active agrochemical ingredients[J]. Environmental Science and Technology Letters, 2015, 2(10): 260-269.
- [13] 吴清来, 杨新玲, 凌云. 天然产物曲地酸及其类似物研究进展[J]. 农药学学报, 2012, 14 (4): 353-362.
- [14] LEONARD G C, STEPHEN O D. Natural products that have been used commercially as crop protection agents[J]. Pest Management Science, 2007, 63(6): 524-554.
- [15] LI J B, DU L W, ZHOU X M, et al. Fractionation of extract from *Ligusticum Chuanxiong* (Apiaceae) by high speed counter current chromatography and their efficacy in rice against S-Metolachlor Injury[J]. Asian Journal of Chemistry, 2013, 25(3): 1613-1617.
- [16] TANG X K, ZHOU X M, WU J, et al. A novel function of sanshools: the alleviation of injury from metolachlor in rice seedlings[J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 2014, 110: 44-49.
- [17] HU L F, WANG L F, ZHOU X M, et al. Two coumarins with safener activity from rhizoma et radix notopterygii [J]. Weed Technology, 2015, 29(1): 161-167.
- [18] 胡南. 紫锥菊烷基酰胺类物质缓解异丙甲草胺对水稻药害的作用和机理研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2016.
- [19] AVDIUSHKO S A, BROWN G C, DAHLMAN D L, et al. Methyl jasmonate exposure induces insect resistance in cabbage and tobacco[J]. Environmental Entomology, 1997, 26(3): 642-654.
- [20] 吴晓霞, 何菁, 周福才, 等. 不同烟粉虱抗性辣椒对外源茉莉酸甲酯的生理响应[J]. 生态学杂志, 2019, 38(3): 704-709.
- [21] 崔席席, 李富军, 张新华, 等. 茉莉酸甲酯调控果蔬采后品质的机制及应用研究进展[J]. 食品科学, 2018, 6(7): 1-10.
- [22] FUGATE K K, LAFTA A M, EIDE J D, et al. Methyl jasmonate alleviates drought stress in young sugar beet (*Beta Vulgaris* L.) plants[J]. Journal of Agronomy and Crop Science, 2018, 204 (6): 566-576.
- [23] ANDI S A, GHOLAMI M, FORD C M. The effect of methyl jasmonate and light irradiation treatments on the stilbenoid biosynthetic pathway in vitis vinifera cell suspension cultures[J]. Natural Product Research, 2018, 32: 909-917.
- [24] GARCIA-PASTOR M E, MARIA E, SERRANO M, et al. Methyl jasmonate effects on table grape ripening, vine yield, berry quality and bioactive compounds depend on applied concentration [J]. Scientia Horticulturae, 2019, 247: 380-389.
- [25] DE FREITAS T F S, STOUT M J, SANT'ANA J, et al. Effects of exogenous methyl jasmonate and salicylic acid on rice resistance to oebalus pugnax[J]. Pest Management Science, 2019, 75: 744-752.
- [26] DENG X L, ZHENG W N, ZHOU X M, et al. The effect of salicylic acid and 20 substituted molecules on alleviating metolachlor herbicide injury in rice (*Oryza sativa*)[J]. Agronomy, 2020, 10(3): 317.
- [27] ZHENG W N, ZHU Z Y, DENG Y N, et al. Synthesis, crystal structure, herbicide safening, and antifungal activity of N-(4,6-Dichloropyrimidine-2-Yl)Benzamide[J]. Crystals, 2019, 75: 744-752.

(责任编辑:高蕾)

《农药快讯》征稿简则

《农药快讯》(半月刊)始创于1985年,属农药信息类期刊,是“准确、快速、全面、实用”的信息使者。

1 主要栏目

《农药快讯》着重报道农药的政策法规和管理动态,及时传播我国农药工业的科技创新和科研成果,详实再现海外农药公司和研发的最新动态,深入探讨业内热点话题,广泛采集植物保护和农技推广的最新信息,系列介绍农药的相关知识等。主要栏目:政策要闻、农药管理、海外动态、会议报道、上市公司、企业动态、品种介绍、农药登记、植保信息、病虫防治、杂草防除、农资信息、应用技术等。

2 稿件格式要求

(1)稿件要求内容详实,观点明确,条理清晰,文字简洁,数据可靠。(2)稿件应包括:题名、关键词、正文、作者简介。(3)作者简介应包括姓名、所在单位、联系方式(邮箱、手机、固话)等内容。(4)中文题名一般不超过25个汉字。(5)格式:宋体,五号,1.5倍行距,段首缩进2个字符,采用国家规定的统一计量单位与符号。

3 重要说明

(1)可通过邮箱投稿,投稿邮箱:nyxxz@263.net。(2)论文著作权除《著作权法》另有规定者外,属于作者。论文版权及著作使用权归本刊编辑部所有。本编辑部对来稿有作适当修改和删节的权力,不同意修改者请在来稿时注明。(3)本刊不收审稿费和版面费。(4)本刊将给予作者一定的稿酬,30~50元/千字。

电话:025-86581148

传真:025-86581147

E-mail:nyxxz@263.net

编辑部地址:南京经济技术开发区恒竞路31-1号

邮编:210046